

# 地貌学基本問題

К.К. 馬尔科夫 著

地质出版社





МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. М. В. ЛОМОНОСОВА  
Научно-исследовательский институт географии

---

Проф. К. К. МАРКОВ

# ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОМОРФОЛОГИИ

Под редакцией заслуженного деятеля науки  
проф. Я. С. ЭДЕЛЬШТЕЙНА

ОГИЗ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
МОСКВА 1948



57.15  
447

# 地貌学基本问题

K. K. 馬尔科夫 著

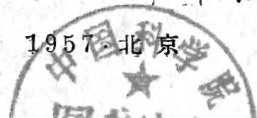
陸恩澤 楊郁華 譯

韓慕康 江美球 校



地质出版社

1957年 北京



中科院植物所图书馆



S0013622

這本書作者不是為彙報而編著的，而是為了研究，所以全書的材料都是按着作者認為屬地貌學基本問題內容的一些問題的闡述而安排的，全書共分六篇。各篇的內容如下：一、地貌學的發展與民族及國家發展的政治形式、經濟形式的一般演化的關係，二、地貌學的研究範圍，三、地貌學的研究方法，四、研究地表地形的發展對了解地形年齡和地形發展等概念，以及了解地形年齡研究方法和研究地形發展規律的必要性，五、現代地貌學理論原理的研討在解決國民經濟任務中的意義，六、蘇聯近年來在研究地貌學方面的成就。

本書可供地理系、地質系師生，地理、地質技術人員和研究人員參考用。

本書前五篇由陸恩澤同志翻譯，第六篇由楊郁華同志翻譯。負責校訂本書的是北京大學地質地理系地貌教研室。其中，韓慕康同志校訂了第一篇、第二篇的后半篇和第三篇，江美球同志校訂了第二篇的前半篇、第四篇、第五篇和第六篇。潘德揚同志和教研室主任王乃樑同志對本書中的一些專門名詞的譯名作了訂正。最後由韓慕康同志審訂了全書的譯稿。

## 地 貌 學 基 本 問 題

著 者	K. K. 馬 爾 科 夫
譯 者	陸 恩 澤      楊 郁 華
校 訂 者	韓 慕 康      江 美 球
出 版 者	地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3號

北京市書刊出版業營業許可證出字第050號

發 行 者	新 華 書 店
印 刷 者	地 質 印 刷 廠

北京廣安門內教子胡同甲32號

編輯：周 復 技術編輯：張華元 校對 馬志正

印數(京)1—9,100冊

1957年4月北京第1版

開本31<sup>7</sup>/<sub>16</sub>×43<sup>1</sup>/<sub>16</sub>

1957年4月第1次印刷

字數290,000字

印張13<sup>7</sup>/<sub>16</sub>

定價(19)1.70元

“宇宙中最巨大之天体、星球、以至于恒星均在变化中，彼等或消逝于太空，或重现于天际；当此之时，吾人于论述渺小地球中之极小部分——山岳（在吾人眼目中为庞然大物）——之际能否断定其独能免于变化？

……据此，吾人毋庸置疑即可断定地表之体态及其形状……今日之地表体态形状并非自古即然，而系因时而异者。吾人此论并非徒然，兹所论者不仅将使嗜此者进而深思，抑且将能昭示吾人以我等作息其间之全人类家之体态与构造；兹所论者并将予吾人以教范，昭示吾人以探索其中无限富源之秘訣与知識。”

（M. B. 罗蒙諾索夫“地層論”1763年）



# 目 錄

序言 .....	9
----------	---

## 第一篇 緒 論

第一章 緒言 .....	11
地貌学的内容 .....	12
第二章 國外地貌学的发展 .....	17
國外文献中的地貌学历史。美国的地貌学。中欧各國的地貌学。法 國的地貌学。本世紀第25—50年間國外地貌学的衰退 .....	17—22
第三章 俄國的地貌学 .....	24
發展的一般条件。М. В. 罗蒙諾索夫。П. П. 謝苗諾夫-天山斯 基。П. А. 克魯泡特金。В. В. 道庫恰耶夫。И. В. 穆什凱托夫 А. П. 卡尔宾斯基。С. Н. 尼基京。А. П. 巴甫洛夫。結論 .....	24—48

## 第二篇 內力因素在地形形成中的作用

第四章 星体地貌学的几个問題 .....	51
地球是橢球体。牛頓和惠根斯的观念。旋轉速度与地形。地軸 的位置与地球的地形。地球是地球体 .....	51—61
第五章 地球外形的基本輪廓 .....	64
1. 大陸与海洋。地形测量方面的大陸和海洋。地貌学上的大陸 与海洋。大地均衡因素在地貌学上的意义。重力異常在地貌 学上的意义。实例。海洋底部的構造特征。大陸和海洋的形 成。結論 .....	65—95
2. 大陸地形的基本輪廓。垂直（升降）运动。水平（褶皺）运 动。地貌过程中的岩漿运动。大褶皺。两种地形形成假說的 比較。戴維斯对休斯的反对意見。上部地貌階梯。地球上的 地形与地質構造 .....	96—117
3. 地貌分类与分区的要素 .....	122

## 第三篇 地貌水准面

第六章 外因作用的一般評價与地貌水准面 .....	128
数量的評價。地貌水准面 .....	128—130
第七章 海蝕-堆積水准面 .....	132

1. 水盆水准面与地球上地形的变化。水动型水准面变动。容量变动。反映型水准面变动。作为地壳表面运动指标的古海岸綫。陸台型与地槽型古海岸綫。两个基本因素——海面升降与陸地升降——的結合。水盆的类型.....	132—150
2. 海蝕—堆積水准面。А П 卡尔宾斯基与李希霍芬的觀念。在侵蝕學說盛行年代中的海蝕學說。形成水下海岸台地剖面的机理。水下海岸台地底部的均衡縱剖面。濱岸水下平原的規模。海蝕—堆積水准面及地壳运动 .....	154—165
3. 結論 .....	166
<b>第八章 剝蝕水准面</b> .....	167
1. 河流縱剖面。問題的歷史。基本概念。侵蝕基準。苏联学者的工作。С. П. 約凡諾維奇的概念。河床作用与河流剖面。結論.....	167—188
2. 剝蝕水准面。歷史的探討。平原的类型。波罗的結晶地盾类平原。俄罗斯平原。山地剝蝕面。原始殘余面和終極殘余面。剝蝕水准面的变形类型。剝蝕水准面众多性的問題。剝蝕水准面的描繪.....	189—205
<b>第九章 雪綫水准面</b> .....	206
雪綫与雪圈。決定雪綫水准面位置的因素。雪綫与地壳升降运动.....	207—214
<b>第十章 上部剝蝕水准面与山頂面</b> .....	219
阿·彭克的上部剝蝕水准面。对阿·彭克观点的批判。山頂面。結論.....	219—227

## 第四篇 地形的發展

<b>第十一章 地形的年齡</b> .....	230
1. 地形年齡是什么？美國地理學派所理解的地形年齡。地形的絕對年齡.....	230—233
2. 定形地形。定形于風化壳之下的地形。土壤法在現代地貌學中的意义.....	233—237
3. 确定地形年齡的方法。堆積地形（相过渡法；年界法）。刻蝕地形（年界法；相关沉積法）.....	243—247
<b>第十二章 地形的發展</b> .....	256
1. 实例。波罗的結晶地盾。志留高原。蒂曼。日古利高地。中俄罗斯高地。德聶伯中部低地。貝加尔湖沿岸。結論.....	256—262



2. 地形發展的基本問題。承襲性。方向性与循环性。关于所謂大陸与海洋的永恒性。关于地形演化的現代階段的問題…… 263—272

## 第五篇 地貌学的基本問題与 苏联的國民經濟

地貌学与苏联重工業原料基地擴充的关系。地貌学与研究动力基地的关系。地貌学与農業進一步合理化的关系。地貌学与苏联制圖工作方面的关系…… 276—295

## 第六篇 結束語

戴維斯的学說。瓦·彭克的学說。作者的几个基本見解…… 302—312  
参考文献 …………… 319





## 序 言

本書讀者應注意的問題提綱如下：

1. 和所有的真正的科學一樣，地貌學的發展是和民族及國家發展的政治形式、經濟形式的一般演化有着密切關聯的。世界史的主要階段，諸如：文藝復興時期，法國的資產階級革命，美國國土的開發，十九世紀末到二十世紀初資本主義國家間的經濟危機及其矛盾的尖銳化，偉大的十月社會主義革命等——都曾在地貌科學的形成這一方面加上了明顯的烙印（見本書第一篇）。

2. 地貌學的研究範圍在過去曾被學者人為地縮小。地貌學不僅是研究地球表面微小形態的科學，並且也是研究地球表面巨大形態——研究整個地球的形態（星體地貌學），整個大陸與海洋的形態，個別大陸與海洋表面的基本形態等——的科學。

對以上各問題的闡述是普通地貌學內容中的一部分，這種闡述只有在以天文物理學、地球物理學、地球化學與大地構造學等的資料把地貌學武裝起來之後才能做到。

本書第二篇的內容是這個問題提綱的發展。

3. 地貌學的基本方法是研究地貌水準面。地貌水準面的研究是考察形成地表形態的內外相互作用——地貌科學主要內容的途徑。書中確定了“地貌水準面”的概念並且敘述了四種主要地貌水準面的特征（見本書第三篇）。

4. 地球表面的形態只能在它們的發展中認識到。研究地表地形的發展，必須了解諸如地形的年齡與地形的發展等概念，了解地形年齡的研究方法，此外還需要研究地球上地形的發展規律（見本書第四篇）。

5. 現代地貌學理論原理的研討應當有助於巨大的國民經濟任務的

解决，譬如：重工業原料基地的研究，动力資源的研究，对于保持我國土地富源的合理化方法的研究，苏联領土上的制圖工作等（見本書第五篇）。

6. 过去曾占統治地位的兩種外國地貌学观念——戴維斯与瓦·彭克的观念——已經不能适应擺在現代地貌学面前的任务的水平。苏联所進行的研究已經積累了足以建立占統治地位的观念的資料，作者对于这个問題的見解見于本書第六篇，也就是最后一篇。

本書的主要内容就是这样。由此可見，它并不是为彙报而編著的，而是为了研究。讀者在本書中所能見到的只是作者認為屬地貌学基本問題內容的一些問題的闡述。所有的材料都按着这个想法安排的，就是参考文献的目錄也是如此。讀者在看过这些参考文献目錄之后，会更确信苏联学者在理論地貌学方面的巨大貢獻。

为闡述地貌学問題而著的本書尚系首次出版，一定难免会使学者產生很多意見，請將意見与批評寄往莫斯科市第九区莫霍瓦婭街11号列寧勳章榮膺者國立莫斯科罗蒙諾索夫大学地理研究所，作者將欣然接受。

作者謹对曾經担任本書原稿審校工作并曾給以宝貴指示的功勳科学工作者Я.С. 爱傑尔什捷因教授，曾經給作者以宝貴指示的Н. И. 尼古拉耶夫教授，以及編輯本書的В. С. 沃達斯卡婭同志表示深切的謝意。

1947年2月于莫斯科

# 第一篇 緒 論

## 第一章 緒 言

這本書是以我在1945年春天及1946年秋天對國立莫斯科羅蒙諾索夫大學地理系學生及研究生所作的演講的講稿內容為基礎寫成的。

我打算簡短地論述地貌學的基本問題，及其在理論和方法上的迫切任務。

在我看來，現在有種種緣由來迫切地要求提出這些問題。尤其是為了我國青年地貌學者們在未來的工作上的勝利。

在我開始講課時，В. И. 維爾納茨基院士逝世前所著的很快就為大家所了解的文章才出版不久。在這篇文章中，抽象理論概念的著者——В. И. 維爾納茨基談述了我們祖國所蒙受的巨大的變動怎樣地改變了他的科學宇宙觀和他的科學工作方向。第一次世界大戰及其所引起的軍用礦物原料的極度缺乏，使得 В. И. 維爾納茨基注意到如何去解決這樣迫切的實際任務。過去附屬於科學院的俄羅斯自然生產力研究委員會就是在他的組織與領導下成立的。

我們也必須提出這樣的問題，地貌學能給我國哪些無論在理論方面和實際方面都真正有價值的東西？

從第一個問題又引出第二個問題來，就是，地貌學在偉大的衛國戰爭中有什麼貢獻？

從一方面看來，我們知道，在偉大的衛國戰爭中，地質學系統內的地貌學在國民經濟方面曾經獲得重要的成果，特別是在烏拉爾地區，在 Я. С. 愛傑爾什捷因教授的廣泛組織下所進行的研究，成績更為顯著；另外，在其他很多地方也都獲得了很大的成績。

從另外一方面來說，作為地理科學的地貌學在戰爭開始以後甚至失掉了自己的立足點，這點是有其理論上的表現的：地貌學好像已經

成为主要的地理学课程以外的东西了。故在某些大学里，在过去主要以自己的地貌学派别著称的地理系中，也不得不来证明这门科学的发展的必要了。这些变化可能已引起了地理学派地貌学者们的不安。这是需要我们注意地貌学现状的第二个原因。

试看一下苏联在战前时代中，也就是说在将近四分之一世纪的时间里，地貌学是如何发展的。我们可以看到这门科学的蓬勃发展，它几乎称霸于自然地理学中。讨论各种不同的、或多或少是局部性问题的文章充满了我们地理杂志的篇幅，产生了许多种观点。而同时我们也可以看到，一般理论性和系统性的巨著却很少，但是著名的Я.С. 爱杰尔什捷因和 И.С. 舒金的教科书另外，那些书都具有巨大的普遍的教育意义。在四分之一世纪的期间，从事多方面地分析我们这一门科学的本质，分析它的一般理论的意义的工作实际上是很少的。地貌学的地位对我们来说，还不如与其相近的学科——第四纪地质学（或者，我叫它为第四纪古地理学）——那样显明。

这是迫使我们研究这个问题的第三个原因。在我们面前，有着和我们的学科相邻近的学科——地质学——的良好范例，并且我们可以用本书前面作为题词的伟大的罗蒙诺索夫的话作为口号。

对于上述各点我还想补充一些意见。近年来地理学研究者很缺乏，我个人尤其深切感到地貌学研究者的缺乏。按照近年来科学工作的情况，甚至于初学的研究者都不得不去独立地解决重大的科学任务。而解决这些任务也就等于说去理解它们。目前，戴维士所说的话：“对于青年大学生说俗了的忠告——去思考”，在苏联要比任何时期，任何地方都要适合。

**地貌学的内容** 我们把这本书叫做“地貌学基本问题”，是想说些什么呢？地貌学是什么呢？所谓这门科学的基本问题又是些什么呢？

对作为一门科学的地貌学的论述，可以从苏联及外国的伟大地理学者的著作中找到。关于这一方面，Я.С. 爱杰尔什捷因写道：“地貌学乃是研究并描述地球表面形态的科学。通常它指的是关于广义的陆地表面形态的学说，其中包括岛、大陆内部的水盆（海—湖与湖），以及大洋与海的沿岸带”（1938年，第9页）。

依照И. С. 舒金的定义：“所谓普通地貌学，乃是指关于一般的地表形态学說，而不是关于某一地段地表形态的学說”（1934年，第11頁）。

外國的偉大的地貌学者阿布列席特·彭克認為地貌学是关于“地球表面形态的發生”、“过去歷史”与“成因”的学說，或者簡單些說，——“关于地球表面形态成因的学說”。赫特納認為地貌学是“关于坚硬地壳表面的学說”，費利普松也認為它是“关于坚硬地面的学說”。最后，戴維斯寫道：“地貌学乃是对地球表面形态的解釋描述”，最新的<sup>①</sup>（1943年）美國的“地貌学”作者諾尔曼·伊·阿·漢茨認為地貌学是“对地球上現代地形和景觀的性質与演化之分析”。

根据上面所举的关于地貌学內容的六个定义，可以得出結論：大家一致認為地貌学是研究地球表面形态的科学，自然，也包括对它們成因的研究。

但是在許多定义中地貌学常常被了解得比較狹隘。地貌学活动范围被局限于陸地，即大陸上。我們有理由來怀疑这类定义的正确性。区分海与陸的綫是与地球硬壳表面形态的形成无关的，或者僅是一部分与它有关系。从成因上來說，“陸地”是延展到海面水下的，它延展到陸棚区，也可能延展得更深些，就象我們將在后面所說的那樣。所以，把地貌学的范围局限于陸地（照这个字的地理学的涵义來理解）之內——是牽強的。这样的定义不能使我們滿意。

但是，对于已形成的地貌学觀念的批評态度，还應該加強。我所指的乃是对地貌学內容的实际了解，这种了解表現于相应論著的內容中，而不是表現于本門科学任务的一般定义上。

試把地貌学中的卓越著作翻閱一下，我們就可以看到，有些著者是只局限于研究某几种地表形态，而不是研究所有地表形态的总和。就那些把地貌学的内容理解得極為广泛的人來說，這句話也是对的。譬如，阿·彭克在他的“地表形态”一文中曾經提供了許多关于地球形态的知識（虽然很簡短）。而戴維斯則与之相反，僅僅限于对地球表

①这是按照这本书出版的时间，而不是作者編寫的时间。

面部分形态的分析。在苏联的文献中，M.A.博哥列波夫曾強調“大形态”在地理学与地貌学中的意义，以后A.A.格里哥里耶夫和A.H.馬查洛維奇也曾同样指出过，不指出这一点來是不公正的。

常常較其他形态更引起并正在引起地貌学者注意的小地形，我权且称为第二級地形形态。

很顯然，这个定义是需要加以解釋的。

作为研究地球表面形态發展的科学的地貌学，必須研究各种不同范疇的地形形态。

1. 整个地球的形态……星体地貌学。

2. 在两个主要力量——内力（造山运动的）与外力——相互作用影响下而發生的大陸与海洋的基本的不平整性……普通地貌学。

3. 主要是反映各种不同外力作用（河流与冰川的侵蝕与堆積，海的磨蝕与堆積作用，風的作用等）的地球表面形态……部門地貌学。

讓我們回憶一下过去的分类——把地球表面形态分为大、中、小三种类型。我們如果把这些名称应用于上列的分类中，是非常正确的。

在上列第一类中，我們应当注意作为橢球体（сфероид）与地球体（геоид）的地球形态；在第二类中，我們应当注意地表面水平切割的基本輪廓——大陸区与海洋区，以及，如我們將在后面看到的，大陸与海洋內的陸台与地槽区。在这里我們还必须談到一下关于大地構造学的一些基本問題，如：地球的膨脹与收縮、岩石圈地段的水平运动、海陸起伏曲綫的特性等。最后，在第三类中，我們应当注意那些由于外力的差異及其地理特性（气候特性）而形成的地表形态特征的分析。

在我所叙述的对于地貌学内容的理解和現有手册与指南的内容間有沒有区别呢？

这是很容易想到的，这样的差異是有的。这只要把已經出版的手册与指南的目錄看一下就足夠明白了。不同之点在于：前兩类地貌学根本沒有談到，或者談得非常簡略与不充分。主要所談的是我們上边所定义的部門地貌学。

过去对地貌学范围的局限是一些客观原因的反映。地球表面基本形态的了解仰赖于天文学、地震学、重力测量学、地球化学、大地构造学等的材料。“大形态”的地貌学只能和上述各种科学一併發展。所以，地貌学研究范围的擴展，到近几年來才有了可能。

关于这方面，在苏联地理学与地質学的文献中，可以看到初步的嘗試。屬於此类的例子有：B.A.瓦尔桑諾費耶娃所著的書（見参考文献目錄），及A.B.哈巴科夫、B.Γ.邦达楚克（由于地球迴轉速度变更而形成的地表形态）以及Д.Γ.潘諾夫的見解（宇宙对于地球表面形态的影响）。

然而，在純粹地貌学領域內是否已朝着这个方向走了第一步还是可疑的。即使有些个别的嘗試，这些嘗試也还是非常孤立无援的。为了不說空話，我可以举出美國学者恩格尔英近著中之一的地貌学为例子（1942）。他也提到“第一級地形的特征”，并且甚至还引用了在1919年就已介紹这个概念的薩利斯博尔的見解为証。但是恩格尔英并没有比一些一般性的意見更進一步（如大陸与海洋的成对 廬式的分布，各大陸向南收縮，格林的陈腐的四面体假說等）。漢茨的最新的（1943年）美國地貌学对于上述問題談得也很膚淺。

在我說完上述的意見之后，讀者們就会明白，为什么我把這本書叫做地貌学基本問題。在这样标题之下的這本書，將包括三个部分，分別称之为：（1）星体地貌学，（2）普通地貌学，（3）部門地貌学。

前兩类地貌学是研究得最少的，在本書第二篇中有几章專討論它們。我所以把這些問題列入“地貌学基本問題”中，乃是因为它們解釋了地球形态形成的一般的規律，也是因为它們現在几乎已落在地貌学的視野之外了。

但是本書不能僅討論作为一种分类的大形态，和以它為本書的内容。因为还必须描述那些“自上而下”地構成地形的最主要的外力作用——海的磨蝕与河流侵蝕等——的特性。第三篇就討論这些作用。在这一篇里，拟定了关于地貌水准面的新概念，后者使我們能研究基本的地貌过程——內力和外力作用的相互关系。

在此之后，又發生了研究地形演化原則的問題。這是一個複雜的問題，它可以分為一系列的論題，如：確定古地形面的方法，確定地形年齡的方法，各個特出例子的分析，關於海陸永久不變說的批判，地球上地形演化的總方向。這些問題一總列入第四篇——地形的發展——中。

上列問題的研究又促使我觸及地貌學基本理論問題在實用上的意義。與此有關的一些見解敘述在第五篇中。

在本書的末尾，對於戴維斯與瓦·彭克的理論觀點做了批判性的分析与評價。在俄文的著作中，這還是一個創舉。

最後，本書發表了作者某些一般的意見，這些意見列入最後一篇，——第六篇里。

還有一點需要說明，這本書是為地理學參考的，所以關於地球形態發展的分析是以說明現代地形的形成為目的的。

地理學研究現代的地球上的景觀，地貌學則研究地理景觀要素之一——地球表面的地形。

對於地貌學的任务還有另外一種解釋，就是地質學的解釋。不過我們後面所說的將是地理學的任务。地貌學在方法上的不同決定了地理學與地質學目標的不同。地理學研究地表面的現代形態，地質學則是研究地球的過去，研究其歷史的科學。

我們可以再重複戴維斯的話：“重要的是要這樣來敘述過去發生的過程，就是要使聽者們對於現代的地表形態比對於其過去所經受的改變更為注意。…當學者們列舉了許多事實來說明地質構造、侵蝕過程，以及在其歷史順序中的地表形態時，結果他們就得到了一種地質的描述，同樣的事實，當把它們作為更好地理解現代景觀的手段加以敘述，就又得到第一種真正的地理的描述……”<sup>①</sup>。

我們在後面可以看到：在國外，有兩位現代的學者曾同時力圖了

---

① W. Davis: Die erklärende Beschreibung der Landformen. 第二版，序言，第7頁，1924。



解現代的“地球面貌”，這就是地質學和地理學的偉大代表者——休斯和戴維斯；在他們中間發生爭論的時候，獲得勝利的是掌握地理學方法的戴維斯。然而，廣義的地質材料和假說，——大地構造學、地球物理學、地球化學等的成就，應該是地貌學概念的基礎。本書第五章及以後几章就主要是以這些材料與假說為基礎的。在第二章及第三章中將要談到個別的地質學派對於地貌科學的建立曾作了多么大的貢獻。特別是俄國的地質學者和保維爾—吉爾柏特的美國老地質學派。

關於革命前地貌學偉大奠基者創作的分析，載於本書第三章，在他們中間有些是地質學家（如穆什凱托夫，卡爾賓斯基，尼基京，巴甫洛夫），有些是地理學家（如謝苗諾夫·天山斯基，道庫恰耶夫，克魯泡特金）。

由此可見，地理學和地質學的合作保證了地貌學的成功。不過地貌學的目的可能是不同的。

## 第二章 國外地貌學的發展<sup>①</sup>

**國外文獻中的地貌學歷史** 近年來，在我國的各種科學雜誌中，時常可以看到對國外地貌學的評論。

這就使我不必多談那些比較個別的問題，因而大大的減輕了我的任務。現在我只想談一談那些可以供我們學習的、國外地貌學的一般發展趨勢：它的發展與衰落。

在國外，地貌學之最後確定是在十九世紀中葉。“地球表面形態”這個名詞首見於卡爾勒·弗里德里赫·瑙伊曼所著的記載地質學課本中，該書於1850—1854年，在來比錫出版。而關於了解地球表面形態成因在研究地殼方面的意義與作用則在更早的時候——1802年——，就已經被指出了，當時斯特盧維曾發表了一篇論文，題目是“觀察地球面貌的經驗，或根據地球表面斷定其內部構造的技術”。我們可以看到，所提出的任務和120年以後瓦·彭克提出的“地貌分析”的任務是

① 本章曾先在蘇聯地理學會會刊（1946年，№2）上發表。這裡又加了修改。

相同的。

十九世紀中葉地貌學進入了其發展過程中的發生學的道路，這條道路保證了它與地質學之間的密切聯繫。在埃利·迭·博蒙的著名的構造學觀點中，形態法起了重要的作用，地形是構造作用所形成的。他寫道：“形成於地球外殼上的斷裂決定了組成這地殼之地層的上升與變位；破碎及彎曲了的地層的脊部造成地球表面起伏不平的嶺脊，後者我們叫做山嶺。”

本節就這樣地敘述地貌學的誕生情況。但是我有一點必須在這裡說明，就是在這裡不可能一步一步地敘述地貌學的歷史。這是一個極繁雜的任務，因為現在還沒有像德羅內所著的著名的法國專著地質學史（“La science geologique”）那樣的地貌學史。至多我們只能找到（像毛爾所著“地貌學”中的）附有簡單的地貌學著作論述的地貌學年代表。而對那些促使這門學科奠立的物質原因的分析卻是沒有的。

所以我在這裡不擬敘述地貌學史，這無論從時間或是從篇幅來說都是不許可的，我想只談一談那些可以使我們明了地貌學過去與現在的某些主要發展途徑。下面就分別談一談美國、法國與德國的地貌學。

**美國的地貌學** 在美國，地貌學最初主要是在對“尚未了解”的西部地區進行經濟開發的影響下發展起來的。讓我們來回憶一下，在十六世紀70年代之前，美國的工業發展是落後於先進的歐洲國家的。那時候美國還是以農業為主的國家。1879年，在美國建立了一個科學研究機關，其主要任務為研究西部，主要是富饒地區。這個機關就是美國地質調查局。後者所從事的已遠遠不只是地質學方面的工作。這個地質調查局從其成立之日起直到現在，其工作方面一直是綜合性的。從其領導者、美國地貌學專家保維爾的第一批工作年報中，我們知道，在他們的綜合性工作中，與地質工作並列的還有有計劃的地形測量，水利資源研究，甚至於美國林業資源的研究等。在美國地質調查局中工作的有地質學家、地形測量學家及地理學家。美國地質調查局的工作在其過去發展的長時期中一直保持着這個特性，直到今天。這個地質調查局包括地質科、地形測量科、水利資源科，及公地科（契爾諾

巴耶夫)。

可以說，这些不同学科这样的結合造成了地貌学發展的良好条件。我們并且看到：美國地質調查局所出版的第一批專刊，甚至于更早的專刊，就已經是地貌学的專刊。比如保維尔关于科罗拉多河流域的論文(1875年)，吉尔柏特关于亨利山地貌(1877年)及邦納維爾湖歷史(1890年)的論文就是这样。

在这里需要再提出兩種情况，以便說明美國的地貌学为什么一开始就獲得了这样大的成就。

第一，就是美國西部的自然特征：几乎沒有植被的荒漠景观。在稀少的植被下，地質構造非常清楚的顯露出來，这种地質構造可以很明顯地从科罗拉多河与其支流的深侵蝕谷中看出；地質構造比較簡單(与阿尔卑斯相比)，因此，它們在地形上的表現也很簡單。

威廉·摩里斯·戴維斯在1908年11月4日于柏林大学所發表的演說中說：

“在那些40年前尚未为人所知的山原(нагорье)、高地与平原地方，甚至不願作地理学者的地質学者也往往不自觉地变成了地理学者，因为裸露的地表面明顯地反映了構造与形态——構造的外部反映——和構造对于形态所藉此形成的侵蝕过程的关系。”

“在这样特殊的地方，保維尔于1870年完成了沿科罗拉多河峽谷的勇敢的旅行，保維尔是当时的真正的美國地質学者，因为最初的科学方面的知識还是很有限的，而他以親自对西部領土的調查研究改善了自己在以后的理論”。

这就是美國西部出色的自然特性，它对于地貌学方法和地貌学知識的發展是如此的有利。

另一个原因，可以認為，是西部的迅速經濟開發的要求。这样，地貌学的方法就成为加速地質測量速度的方法而出現：在裸露的草原上，根据地形形态就可以很容易地分辨出地質構造。而在美國地質調查局的研究工作中，地貌学方法遂成为与地質学方法的并行者。

这样，我們已把十九世紀美國地貌学的特殊風格——它的三項式的公式：“構造、作用、階段”，它的綜合性的傾向，它的發生学的方向——得以形成的物質的和自然的原因叙述得很清楚了。美國的地貌

學者——在戴維斯以前的——曾一度注意細緻的形態學工作。他們不得不變得非常急忙，因為要根據地形形態來判別地質構造，也就是說，去解釋地質構造。戴維斯的“解釋性的地形描述”法，就是這樣產生的。

**中歐各國的地貌學** 歐洲地貌學的發展是在另外一種情況下進行的。首先應該指出的，就是在歐洲，某些與地貌學相鄰並且決定地貌學發展的學科，當他們在美國開始發展的數百年以前即已達到高度的水平。如果地貌學在美國的年齡為70年的話，那麼在歐洲要超過300年。

在西方，地貌學是發源于水工學的，而水工學的發端是在中世紀，文藝復興時期之前，而其輝煌發展則在中世紀後半期，自文藝復興時期起始。水工學是关于侵蝕作用學說發展的基礎。在這個時期，主要的機械就是水力發動機。水力機械在公元前已很普遍，它是從吸水機發展起來的，吸水機對於導源于大河谷旁的古老灌溉系統曾起過很大的作用。在中世紀，日益擴大的對河水水利的使用對於理論的發展起了巨大的影響，從而產生了水工學及與其有關的科學。文藝復興時期的偉大學者們，其中包括伽利略（1564—1642），對於水工學的研究也在這個時候。成為所有“侵蝕作用”地貌學基礎的河流均衡面的概念也產生了。伽利略在三百年以前就提出河流均衡面的定義，認為它是保證在河流作用中“力與阻力”相適應的曲綫。這個定義在現代的地貌學中仍在使用的。

在這個時期與在此以後的時期，主要的注意力放在阿爾卑斯的河流上，因此，在地理上圍繞着阿爾卑斯的歐洲國家——德國、法國、奧地利與意大利——對於侵蝕作用的研究最為熱烈。

和研究河流原因一樣，對供給阿爾卑斯河水並決定其動態變化的冰川所作的研究也有相當大的意義。我們可以見到，實際上在十八世紀末期（騷索爾，1779—1796），在阿爾卑斯地方，研究冰川的科學——冰川學，就已經開始發展了。

另外，在地形測量方面，歐洲也是有悠久歷史的地方。在美國的地形測量剛剛發展的時候，歐洲就已經有了像樣的地形圖了。其中有：1818年開始測繪1882年完成的比例尺1：800000的法蘭西地圖。比

例尺1:100000的瑞典地圖(1836—1865), 比例尺1:63360的大不列顛地圖(1791—1870)等(据薩利舍夫)。

地形測量方法的發展逐漸为其形态測量的改進及作为科学部門之形态測量学的發展積累了材料;形态測量学是介于地貌学与大地測量学之間的科学。我們可以看到, 主要于1885—1895年的10年内發表于西方的綜合性地貌学巨著中, 其相当主要部分是具有形态測量性質的。1894年出版的阿尔布列席特·彭克所著的“地球表面形态学”第二卷的内容就完全是这样的。我們可以看到, 这种趋势和上世紀末期着重成因的美國地貌学是完全不同的。

我們已指出, 在整个十九世紀中, 欧洲曾有大規模的地形測量工作。这些工作發展的主要推动力就是战争的考慮。在經常的战争冲突下成長起來的欧洲大陸國家, 地形測量学是与战争科学一併發展的, 并且是为軍事机关所培植的。同时地貌学也比較和战争科学有密切的关系。美國所处的环境就与此完全不同, 它的領土的兩側都为寬广的海洋所隔絕。如上所述, 在美國, 推动地形測量工作的并不是战争的威脅, 而是对新地方經濟開發的要求。

**法國的地貌学** 法國的地貌学与軍事机关关系之密切为其他任何國家所不及;在法國, 地貌学(也就是說研究地形成因的科学, 而不僅是地形測量学——就其字面上的最直接的意义而言, 对于战争是有利的。这是地貌学發展中的奇怪的地方性特征, 关于这点我們还必須补充几句。

由于偉大的法國革命, 在十八世紀与十九世紀之交, 在法國組成了人民軍隊。軍國被打倒了。当时的軍事活动家及民事活动家都曾参与建軍工作。重要科学家参加軍事科学各部門的研究工作是这个时期的特点。这种卓有成效的傳統以后一直保持在軍事地理学中。在法國, 出版了領導法國軍事地理局的法軍將領及軍事地理学者(軍事地形-地貌学者)所著的兩部地貌学巨著, 这就是得拉瑙艾(及埃姆·瑪热利)(1888)的“地表形态”和貝尔透的“地形学”(1909—1910年)。這兩本書都是論述地貌成因的著作。

这就是法國民事和軍事專家共同研究工作的良好的結果。关于它

的反映我們可以从馬东所著的“自然地理”中对地形测量学的注意这一点上看到。

由此可見，在前一世紀末期，与欧洲國家的國民經濟及軍事發展有关的地貌学部門（形态测量的，侵蝕的，冰川学的研究）在西欧已达成高度發展的水平。

值得注意的是，根据地表形态了解地質構造的技巧，在欧洲是不如在美国那样發展的。在阿·彭克的著作中，就是在他1909年發表的阿尔卑斯專刊中，对于地壳运动在形态学上的意义也是默然未提的。一般認為，他所以这样“疏忽”，正如布勃諾夫所說，是因为阿尔卑斯構造異常複雜及欧洲大地構造的“病理的”特性。

如所周知，这些構造学者們是用水平运动——輾掩断層——來說明的，而这些运动是远不如地壳的垂直位移那样容易根据地貌表征來察覺的。

**本世紀第25—50年間國外地貌学的衰退** 在上一个世紀的最后25年中，國外的地貌学达到了最高的發展水平。

这个时期，在本門科学中出現了一些巨大的具有原則性意义的区域性著作，和一些地貌学的綜合性著作——“經典著作”。其中，毫无疑问，以阿·彭克所著的“地表形态学”最为重要——老实地说，他的第一卷就是叙述成因地貌学的。

地貌学的成就是和地質学的成就相关联的，这点只要提出休斯的名著“地球的面貌”就足以說明了，該書的第一卷出版于1888年。

最后，在本时期中，出現了戴維斯的初期的論文。戴維斯的学說最初在地貌学的發展上是很好的影响的。在戴維斯之后，只有一个人在企圖力述地貌学的新的观念，这就是阿·彭克的兒子——瓦·彭克。

瓦·彭克的著作出版于二十年代。以后学者圍繞着他的著作發表了很多的文章。不过那已經是在二十五年之后。

在战争爆發前与战争期中，由各学者所著的許多“地貌学”——这裡面的作者包括美國的洛別克、恩格尔英、漢茨，英國的武德利治和摩爾根，新西蘭的科頓，德國的毛尔等人——一般地都給人以无精打

彩的感覺。

我們不能否認上述學者的博學多識，但是他們沒有新的觀念，有的只是些重複戴維斯學說的正統派（有些只不过把戴維斯的學說加以“改進”）。其餘的則僅僅是編輯，“文摘評論派”的代言人，譬如，遺憾得很，毛爾毫無任何諷刺意義地把這樣的學者叫做“學派”。

美國地理學會在戰前出版的敘述地貌學問題爭論結果的專刊也給人以同樣的感覺。在這個專刊中，只不过是展開了戴維斯與瓦·彭克的信徒間的論戰而已。

國外地貌學的“權威”阿·彭克<sup>①</sup>具有獨特的姿態。他創作的曲綫也就是國外地貌學理論的發展與衰落的曲綫。在五十多年以前，阿·彭克發表了“地表形態學”；在約四十年以前，阿·彭克發表了三卷關於阿爾卑斯冰川時期的研究報告。這兩部著作乃是阿·彭克科學創作的最高峯。這些著作出現的時期正是理論地貌學為其他所有代表勝利地發展了的時候。這種同時發展的情況以後也並沒有破壞。阿·彭克及其所有戰友的創作並沒有超過已經達到的水平。只是在二十年，才出現了一些關於地殼運動的新觀念，這些觀念大概是彭克的兒子傳播的，但是這不如彭克的兒子所表現的那樣有力。在此以後，很多著作都沒有任何原則上的新觀念。更不用去談那些有污著者“聲名”的著作了（一些地緣政治派的論文）。

當代國外的大地貌學者可以分為兩派。一個是“成因”派（產生自戴維斯），屬於此派的有洛別克、科頓、馬東、恩格爾英、漢茨；他們的特点是對於資料的敘述生動，但其解釋則膚淺而陳舊，另外則為“文摘評論”派，表現為毛爾、帕薩爾格、瑪哈契克等的沒有意義的編輯（德國派），現在這兩派都已停滯不前了。

近年來，國外的地貌學不但沒有發展，並且反而縮小了自己的眼界，在顯著的程度上成為專討論小形態的科學，而將地面的大的特征排出于自己研究領域之外；外國的地貌學者沒有用大地構造學、地球物理學、地球化學、水文學、土壤學等的主要成就。在很長的時間里，

① 于1945年逝世，時年87歲。



它們并未提出新的理論思想。在國外，活生生的地貌学观念已处于完全麻痹的狀態中。

### 第三章 俄國的地貌学

**發展的一般条件** 我們應該來談一談俄國的地貌科学。可以很自然地以偉大的十月革命为分界綫，把地貌学的發展分为兩個时期。在上一章中，我們已經看到，國外的地貌学观念是怎样敏銳地反映了社会、政治与經濟的情况。所以十分明顯，偉大的十月革命完全改变了我們祖國的地貌学的發展方向与速度。

本章的任务主要叙述第一階段的基本特征。所有以后各章的任务則是指出苏联地貌学的現况，特別指出苏联地貌学的成就。

不能不指出，在叙述俄國地貌学观念时，是有極大困难的。过去对于國外地貌学的發展道路与歧路曾經做过很多次的分析，因此只要作一些批判性的考察和重新估价一下已發表的观点就行了。俄國地貌学的观念过去未曾評價过，即有，也是很久以前的事（如Г.И.唐菲里耶夫），而那时候的标准和現在所应有的标准是不同的。因此，我們現在所做的是一件很巨大的、前人所未有的工作。我只想將八位偉大學者的學術成果作一个分析。他們中間有七个人的活动期間是自十九世紀50年代起的70年。这些致力于地貌学研究的偉大的俄罗斯学者，从事于俄罗斯不同地区的研究，但对于我們都是同样重要的，因为他們的这种研究建立了地貌学观念的廣闊范围，这一点正是我們所注意的。

在上一章中，我們已經說过，直接影响地貌学水平的主要因素，就是國內地形測量学与地質学的研究情况及這兩門科学間的联系。为了說明十月革命以前上述因素的情况，我們必須提几个日期。<sup>1</sup>在我們，有計劃的仪器測量开始于1717年，当时只是以極有限的力量在莫斯科、沃龍涅什和阿斯特拉汗等省進行的（薩利謝夫）。而第一幅表現地形、并且面積較大的地圖后來才出現，那就是俄國科学院于1745年出版的用透視法表現地形的圖集。其中，俄罗斯欧洲部分圖的比例尺



1吋等于35俄里。埃依列尔認為：自从这部地圖集出版后，苏联地理学就走上了“远較德國的地理学为正确的方向”。只有法國有比較好的地圖。从这些圖中偉大的罗蒙諾索夫曾吸取了关于我國地面的一些知識。首次由政府出版的多頁（114頁）地圖是在1801年—1804年之間繪制的，比例尺为20俄里比1吋，在这幅圖上，地形曾被以半透視的暈滃綫表現出來。1822年，成立了軍事測量局，他們以后繪制了具有由暈滃表示的地形的“十俄里圖”（1871年，152頁）与“三俄里圖”（1863年，435頁）<sup>①</sup>。关于俄罗斯亞洲部分，有在1884年出版的、比例尺僅为100俄里比1吋的地圖。

根据以上所述，我們可以知道，在上一世紀後半紀，俄國地貌學者拥有什么样的地圖。

既然过去地形測量圖的特点为比例尺小，并且地形表現非常約略，那么，在地質制圖方面就進展得更差了。只是从1882年起（地質委員會成立的时候），地質制圖才得到了有計劃的發展。謝苗諾夫、道庫恰耶夫、克魯泡特金等都沒有把地質学作为他們的地貌学研究基礎，只有穆什凱托夫和尼基京在研究地形的过程中奠定了这样的基礎。

当时不利的因素，是軍事測量局的測量工作与制圖工作不容許大地貌学者与地質学者参加。所以，就像如此龐大的俄國革命以前的分層設色圖，如契洛的分層設色圖，只能限制于机械地繪制等高綫。C. H. 尼基京虽然已使这个圖有了应有的优点，但是也不得不在1903年表示：在契洛的圖上，並沒有表現出主要的地形类型，如冰磧地形、高原狀地形等；还有，圖中未画上主要的冰磧地帶；伏尔加河高峻的右岸也表画得不正确。尼基京說：“新的分層設色圖的繪制不应單憑一种高度数字的比数，及它們与綫条和顏色的关系，而是要以地質学原理及自然地理学原理对于地形及其成因的研究为根据的……”<sup>②</sup>（見626頁）。我們可以看到这个条件是未能做到的。

所以，过去我國的普遍的落后狀況对于那些与我們的成功有主要关系的物質条件，或者，至少对于那些使我們減少地貌学研究之困难

①即所謂門捷（Менде）地圖。

②着重点是我加的——馬尔科夫。

的物質条件是有不利影响的。关于这种專門的科学工作的組織更是談不到了。地貌学調查是由个别的地貌学者与地質学者的倡議和他們多方面的爱好而得以進行的。在这方面，П. П. 謝苗諾夫和П. А. 克魯泡特金都对我國边区的自然条件作了粗略考察。但是早在一百年以前已出現了偉大的人物罗蒙諾索夫。М. В. 穆什凱克托夫的活动在很大程度上是受帝俄政府在中亞的積極的殖民活动所激励的。俄罗斯欧洲部分河谷的研究是由 В. В. 道庫恰耶夫的个人倡導而創始的。道庫恰耶夫根据土壤年齡的研究的專著“俄國的黑鈣土”提出了地形年齡的問題。靠着这样微末的关系，自由經濟学会才支持了这个問題的研究。只有在此以后，С. Н. 尼基京和А. П. 卡尔宾斯基才以國家科学机构——地質委员会——代表的姿态出現于科学界。自然，在上述学者的著作中，关于地形的研究还是半独立的論題，有时为其他的科学問題所掩盖。

至于“地貌学”这个名詞，据我們所知，它是拉斯卡列夫在1916年引用到俄國科学術語中來的。

**М. В. 罗蒙諾索夫** 如果我們說，可以在文藝復興时期学者的論著中找到現代地貌学观念的起源，这是否正确？无疑地，这个問題牽連到地貌学的基本問題之一——河流侵蝕規律。

罗蒙諾索夫确定了一些就是在今日我們仍旧認為是現代地貌学主要原理的原理，这些原理在我們的地貌学中具有普遍的意义，而不只是有关于任何某一个地貌学の問題，这就好像河流均衡剖面学說的奠基者伽利略所提出的問題。所以，我們說偉大的俄罗斯自然科学家 М. В. 罗蒙諾索夫是地貌学的創始人，这是非常正确的。

罗蒙諾索夫确立为現代地貌学之基礎的观念，实在也就是我們地貌学的基本观念。这些观念叙述在罗蒙諾索夫于1763年所著的“論地層”（在“冶金学基礎”一書的第二附錄中）論著中。它們被总結为以下几点：

1. 地球表面的地形是由于內力及外力斗争与衝突的結果而形成的；

2. 这两个力的相互作用不僅給我們解釋了小地形的形成，而且也

解釋了大地形的形成；

3. 應該從地表地形的發展中去認識它們；

4. 地表地形之所以被認識是與研究埋藏在地下深處的有用礦產相聯系的。

上面所說的羅蒙諾索夫的觀念也是提供讀者研究的本書的基礎。

羅蒙諾索夫將其所寫論文的第一章稱為“論地表”，在這一章中，羅蒙諾索夫說到地表面形態是與其內部構造密切聯系的；並且說到地表形態的研究者可以不必把地球作為一個星體來研究，不過研究地表面的大的外形還是有必要的。

“因為我們必須簡短地敘述，所以首先從這裡——羅蒙諾索夫寫道——，……即從最上面的地層說起，因為它是所有其他層次的復蓋物，也就是說，它是地球的外表。由於它是下面各層的一部分，它從鄰近各層借取了許多東西，同時也分給它們許多東西，這一點在下面會說清楚的”。

“當我們研究它的時候，首先就要討論地球的形狀，其次就是其內部的成分與性質……我們想要說的是地表面的不平性，它們叫做山和谷”。

“高地的高度是互不相同的，它們因此而被分為不同的種類。這就是小丘、小岡、丘陵、小山和山。最大的山就是整個大洲上的延續部分；因為象里非依、高加索、盧尼、亞特蘭塔、阿爾卑斯、科迪勒拉等山，從它們的高度與寬度來說，在本質上是和小丘、丘陵、小山一樣的。在它們所在的大洲上，說它們是山，這是誰也不能否認的，……同樣地我們也不能夠把海底從地面中分出來，就象我們不能把高山的山頂從地面中分出來一樣”。

“世界上的四個著名的大洲是五個大山，這就是整個亞洲、非洲、歐洲、和南、北美洲”。

“地球表層或其外形是由大山、大的山梁、大的山嶺、普通的山、小山、小丘、丘陵、山谷、平地與斜坡、光滑地面與粗糙地面、峭壁、懸崖、洞穴及裂隙生成的深淵等形狀組成的，研究了這些之後，……我們應該更進一步地研究地球內部，繼續過去學者的研究的進度。”——M.B. 羅蒙諾索夫這樣地結束了他的第一章。

如上所述，這一章之要義為：“地表面的研究不僅在於小的形態，並且要及於大的形態，這兩者都可以由於對“地球內部”的研究而了解。”

“論地層”這部論著的第二章內容系列舉研究地層及地表面可以獲得的實際利益。我們要提醒一下，這部著作是羅蒙諾索夫作為附錄列入他的“冶金學基礎”一書中去的。

第三章說明了現代地貌學的主要原則：由於內力與外力相互作用而發生的地表形態。

“有兩種方式可以暴露地球內部的本質：一種是改變其外形的力，一種是其內部的運動。外力作用乃是強烈的風、雨、河流、海浪、水、森林的火災、洪水等，內力作用就是地震”。

“大河兩岸的居民可以証實，河流在河岸及中流綫之間的移動有多大，水流愈來愈向外，引起……，山的被破壞下的部分為水沖走了，這是可能的；堅硬的岩石存留在河岸上，受着考驗。很多的地下的秘密這樣地被暴露了！”

然而從另一方面來說，地表面也是受到地球內力的作用而改變的。後者就是地震。它們常常表現為緩慢的升降運動：

“地表面上大的變動係因大的洪水而生，它們發生的次數是如此之多，可以在不同的地層中看到……它們的行動幾乎時常是和地震或不易覺察的地表面長時期的升降相伴生的……是誰使高加索、塔夫里斯、科迪勒拉、比利牛斯等山及最大的山，也就是世界上的各洲升高了呢？自然，這不是風，也不是雨，因為它們現在還從這些山上沖掉掉土壤；自然，這也不是河流，因為它現在還在這些山口穿流……，在地心中有另外一種不能估量的巨大力量，它有時能在地面上顯露出來，並且它的遺跡是到處都有的，自山上到海底，或是自海底到山上都可以看見它們……。”

最後，地表面發展的觀念特別明顯地為羅蒙諾索夫表達在第四章中。

“還有。首先應該牢牢记住，我們說能見到的地球上的物質與整個世界並不是由一開始形成起就是現在這個樣子的；正如歷史學與古代的地理學所說，它們是經歷過很大的變化以迄於今的，就是現在的地表面也在變動中。我們知道，最大的宇宙、行星甚至於恒星都是在變化着的，它們或消逝於天空，或重現於天際，那麼，我們現在所論述的渺小的地球和山（在我們的眼中看來是龐然巨物）能够單獨地不變化么？

……根據以上各點我們可以不必遲疑地總結和論述地表面的狀況及其形狀……，今日的地表面的狀況和形狀在過去是並不如此的，它是隨著時間的不同而改變的。這樣的論斷並不是沒有意義的，也並不只是令人消遣的好奇之談；可

以清楚地指出，我們居住并活动于其內的房屋的状态与構造，并且指導我們發現其中丰富宝藏的捷徑与宝藏的所在……”。

以上所列举的引文可以充分說明：我們可以确信，罗蒙諾索夫是那些可以作为現代地貌学基本观念之概念的首創者。

上述罗蒙諾索夫的观点直到現在仍是地貌科学的軸心。美國地貌学派的观点在一百年以前即为罗蒙諾索夫所預示了。但是罗蒙諾索夫的科学遺著后來并没有得到外國人与自己的同胞（俄國的地貌学者）的重視与引用。

**П. П. 謝苗諾夫·天山斯基** 著名的П. П. 謝苗諾夫·天山斯基向俄罗斯的地理学与地貌学揭露了神秘的天山的面目。在П. П. 謝苗諾夫于1856—1857年去天山旅行之前，关于这块有趣地方的情况几乎沒人知道，就以彼得·彼得洛維奇自己的話來說罢——“所了解的事实是很貧乏和很不夠的，它們只是偶然地、片断地为經過这里的人們所叙述，这些人从这里走过并不是抱着什么科学的目的，而甚至于是与科学背道而馳的。例如，主要是四世紀至七世紀之間的佛教教徒及中國的巡迴官吏等旅客，以及俄國的韃靼族商人等……”。当时西欧学者对于天山的自然情况的观念也是怪誕的。比如洪保德就認為天山是一个現代的火山作用区。因此П. П. 謝苗諾夫为了准备考察天山，曾經多次攀登維苏威火山，但是他以后确信天山是火山的看法是錯誤的。另外，他对于天山雪綫的高度問題也曾經与洪保德展开过有收益的辯論。

對我們更为重要的，就是彼得·彼得洛維奇关于天山分支情况的一般地貌圖式的概念，山谷的起源以及他对于山上高的平坦区的觀察。

据他表示，天山是由多少互相平行和直綫形的山嶺所組成的，这点与李希霍芬（交叉山脉）及洪保德（沿子午綫方向的隆起）的看法完全不同。这个观念以后为A. B. 穆什凱托夫所發展。它与在十九世紀后半期占統治地位的收縮說的观念非常相符。

彼得·彼得洛維奇是怎样提出天山山谷的問題的？为什么这些問題在我們看來是有原則性的意义呢？問題在于：当十九世紀中葉，山谷还被人認為是大地構造裂隙，只是到了60年代末了，它們才被認為

是大河流侵蝕作用的產物。П. П. 謝苗諾夫對於以下的天山的河谷做了詳盡的描述：即奇利克、恰林、薩雷札斯、博姆斯克峽谷等。在每個地方，他都指出河流侵蝕對於山谷形成所起的作用。

“流過大高原(плоскогогорье)的麥爾克的三條支流（恰蘭納什流入昆格·阿拉套——馬爾科夫註），以及卡爾卡拉和克根河（在恰林峽谷匯合）穿鑿了這樣深的河床，甚至使這些河谷切入大高原內200公尺深……匯合起來的河流也穿通了隱藏在恰林谷底沖積物之下的石質山梁。後者，當麥爾克的支流流入恰林峽谷的時候，在深峽谷中形成了美麗如畫的岩欄和喧囂的急流，這就是叫做阿克-托格急流，亦即白流，自此，恰林河的水就變成了銀色泡沫與水花”。

П. П. 謝苗諾夫對於河流作用所作的這類描述很多，所有這些描述都使人相信他所說的山谷因侵蝕而成的見解。

最後，П. П. 謝苗諾夫估量了高的平坦面在天山形態上的意義。以後這種地面曾被學者依照成因加以論述，並且估量了它們在解釋山地形態外貌成因時的作用。我們雖然沒有在彼得·彼得洛維奇的著作中看到類似的關於成因的估量，不過根據他時常提到夷平了的高地面的事實，我們可以推斷，他對於這類地面是很重視的。在他所著“旅行記”的102, 110, 111, 118, 175, 186各頁中都會提到這種地面。

“過了奇利克以後，我們朝向東南，經過很光滑的草原大高原，這個大高原很徐緩地、但是逐漸地沿着我們旅途的方向上升……吉爾吉斯人稱這個大高原為烏奇·麥爾克（意思是說：三條麥爾克河）。這個名字是因為，麥爾克河的三條支流而得來的，它們在大高原中穿鑿了令人難以相信的深谷。

在這裡，所指的是在昆格·阿拉套山北坡沿奇利克河右岸分布的均夷面而言的。

П. П. 謝苗諾夫·天山斯基在捷爾斯克·阿拉套山嶺處觀察了納倫河上游的均夷面，他以下列的美麗辭句描述了它們：

“在旅客的面前展開了一個廣闊的大高原——內陸剝蝕高原(сырт)。在這個大高原上，零星地散布着不大的半凍的湖泊，它們停落在那些比較起來已經不算高的、但頂上還是終年積雪的群山之間，在山坡上是一片翠綠色的高山草地。在這些山中的一个山頂上，旅行者們很清楚地看到從伸展在山腳下的銀色高原湖泊中流出的克倫河支流的源頭，納倫河的主源則位在這個地點的東南東處。這樣，

寬廣的亞克薩爾特河系的水源就首先被歐洲的旅行者發現了”(見“俄羅斯地理學會五十年來活動史”)。

**П. А. 克魯泡特金** 在革命以前的俄國大批學者中，很多人都促進了地貌學的研究成就，其中首屈一指的是П. А. 克魯泡特金。他在地理學研究工作方面最有成績的時期是在十九世紀60—70年代。依照著作發表年代的先後，我們應該指出，他的活動是緊隨 П. П. 謝苗諾夫、天山斯基的論著——旅行記——發表以後不久的。П. А. 克魯泡特金在地貌學方面的主要成就在於他對東西伯利亞研究的成果（1864—1865）以及關於冰期的研究”（1876年）。

克魯泡特金認為在東西伯利亞內具有一種特殊的地形類型——大高原（плоскогорье）。這是和山地相對應的。大高原和山地不同之點就在於其地形的高低對照（контраст）較小。大高原在亞洲較山地的分布為廣。克魯泡特金生動的描繪了大高原的地形。下面就是他的描述文章中的一個例子①：

“在穆亞以南的地方，出現了一種完全不同的類型。繞過周圍的高峻山嶺後，我們很快地進入了大高原。強烈的高低對照（高度上、形態上和輪廓上的，以至於大地構造上的對照，還有在生物界中的對照方面）。最初是減弱，然後很快就消逝了，而在更南的地方甚至已具有草原的特性……。在寬達緯度三度的地區內，自尼納山谷以迄斯坦諾維分水嶺，所有的高度都變動於850至1450公尺之間。在尼納分水嶺和雅布朗諾夫分水嶺中間，景觀單調得驚人……始終是那些向遠處伸展的周圍山谷的無定形的山坡，始終是那些具有寬廣林間空地的針葉林和波浪式的外形，它們到處追隨着我們”。

在亞洲非常發達的、頗為寬廣、高聳而平坦的地區的概念就這樣地奠定了。與此同時，我國另外一個最大的學者——И. В. 穆什凱托夫（見下面），繼П. П. 謝苗諾夫之後，發展了關於天山山勢的綫狀特徵。以後我們看到，這兩種觀念都繼續被兩個外國的地質地貌學派發展了——一個是美國保維爾、吉爾柏特和戴維斯的學派，一個是西歐的休斯和海穆的學派。

上述的每一種地形類型都成為兩種不同的成因觀念所喜愛的東

①在蒐集克魯泡特金科學工作的記述時，我曾參考了 Н. Н. 索科洛夫的“地理學者 П. А. 克魯泡特金”一文的原稿。



西。

П. А. 克魯泡特金的觀念并不是描述性的山勢觀念，恰恰相反，他勾畫了東西伯利亞地形發展的廣闊的圖式，并且這是在幾乎沒有地質資料的情況下作成的。因此，克魯泡特金的方法就很近于他的同時代學者——美國的地貌學者的方法。對於他來說，地形就是了解一個地方的地面歷史的關鍵。

需要指出，克魯泡特金在調查東西伯利亞地形的工作中，非常注意山谷，他認為山谷是侵蝕作用的產物。在十九世紀70年代時，象這樣對問題的看法還是很新穎的，關於這點我們已經在前面說過了。

克魯泡特金對於冰川期的研究較其對於西伯利亞的研究更為著名。早在1873年，克魯泡特金就曾經發表了關於西伯利亞大陸冰川作用的觀念。以後，他又在1876年，主要根據考察芬蘭所得的材料，發表了題為“關於冰川年代的研究”一文，發展了自己的這個觀念。

П. А. 克魯泡特金并不是提出關於大陸性古冰川作用觀念的第一人。在十九世紀30年代的時候，沙爾潘齊和阿加錫茨就已經在瑞士提出了這個觀念，後來這種觀念在英美也提出過。不過他們都未能與“氣候”問題聯繫起來。大多數地貌學者與冰川學者對於大陸冰川作用的觀點和態度的基本改變是在70年代，這要歸功於三位學者的同時發表的著作——這三位學者就是俄國的П. А. 克魯泡特金和Ф. 施密特與瑞士人托列爾。

因此，П. А. 克魯泡特金關於冰期的研究，對於其同時代的學者是有決定性影響的。當然，他的研究也特別影響到那些最後轉入大陸冰川作用牢固論點之上的俄國學者。但是，這種影響是不僅限於冰川作用相關的問題這一方面的。克魯泡特金關於冰川水分布情況的觀念對於道庫恰耶夫關於俄羅斯歐洲部分河谷發展觀念的發展也起了直接的影響。

**B. B. 道庫恰耶夫** 著名的地理學者和土壤學者 B. B. 道庫恰耶夫也可以認為是俄國地貌學的奠基人之一。

道庫恰耶夫和地貌學的關係主要表現在兩個大問題上，這就是地



形的年齡和河流侵蝕的規律。

B. B. 道庫恰耶夫由于要确定土壤年齡闡述了第一个問題。在談到土壤（黑鈣土）与地形的相互关系时，他指出这是和地方絕對高度无关的。有的只是与地形类型間的互相关联。对于这一点，捷斯納河右岸的土壤等等就可以作为例子。随着地形类型的变化，土壤性質也就發生了变化。所以，研究了土被，也就是研究了地形的演化。階地上的土壤，譬如說，伏尔加階地的土壤就可以說明这一点。但是地形的演化是朝着什么方向進行的呢？关于这一点，这位“俄國黑鈣土”的作者並沒有談到。

在論述年齡、地方高度和土壤性質等之关系的另一本著作中，道庫恰耶夫發表了下述的觀念。他首先肯定了土壤类型与地形年齡联結关系之多样性：“根据土壤的厚度、腐植質含量、易溶鹽类的含量、腐植質中氮的含量与土壤的顏色等就可以一方面判断出地方高度与年齡間的相互关系，另一方面判断黑鈣土的性質”。

总之，在这里，道庫恰耶夫所說的土壤的意义，是“独立的自然歷史体”，并且在土壤的这些复雜的綜合概念与地形年齡之間是被認為有关联性的。

道庫恰耶夫这些觀念發表于1891年，他的这些觀念是远勝于和他同时代的國外学者关于地形年齡及“土壤”机械組成間相互关系的粗淺見解的。在当时的國外学者看來，土壤僅僅是一种机械冲積物。

对我们同样非常重要的道庫恰耶夫的第二个觀念，就是对于沉積物年齡与土壤年齡間差別的極端重視，或者，如道庫恰耶夫自己所說的：“这种或那种岩石的地質年齡是一回事，而土壤母岩（底土）的間接年齡又是一回事”（見原書114頁）。道庫恰耶夫寫道：最年輕的沉積物（如冰川沉積，尼罗河三角洲）的年齡也要有九万年或几十万年，而俄罗斯土壤的年代总共不过是几百年到几千年：“斯塔罗拉多格堡的志留紀石灰岩上，在77年的時間里形成了4—5吋厚的灰色土壤層”（見原書155頁）。对我们來說，这个沉積物年齡（地質年齡）和土壤年齡的对比在所述的情况下是很重要的：当沒有这种或那种沉積物形成的时候，地形的年齡是由在剝蝕作用参与下風成作用的發展

所决定的。土壤的發展也是与地形这一發展期有关的。所以我們可以根据土壤的年齡决定地形的年齡。道庫恰耶夫的这个第二个見解我們在下面是要应用的。

我們可以看到，道庫恰耶夫关于土壤年齡与地形年齡的見解以后曾被我國的地貌—土壤学家——C. C. 涅烏斯特魯耶夫、B. B. 波雷諾夫、H. H. 索科洛夫等所發展。

道庫恰耶夫的更偉大的功績就是他是关于河流侵蝕学說的奠基人之一。在这里需要說明的，就是道庫恰耶夫的科学工作正是自觀察河谷，观察河流的侵蝕开始的。他的研究上述問題的最初著作發表于1872年。在这部著作中，他叙述了关于斯摩稜斯克省卡琴河谷的構造。1878年，他的巨著“俄罗斯欧洲部分河谷形成的方式”出版。在这本書中，他表达了哪些見解呢？它們在誕生中的地貌学中占有怎样的地位呢？

在道庫恰耶夫的文章發表以前的时期里，学者發表的文章都把山谷看成災变的生成物，他們認為山谷只是与河水作用有間接关系的現象。河流的緩慢作用的現代概念在当时还未產生。

在道庫恰耶夫以前时代的論著中，我們可以看到冗長而抽象的、叙述地域升降与海水自地表面迅速流过的文章。在这些概念中，还有关于全世界大洪水的聖經式傳說。摻有漂礫的洪積層的分布与河谷的被穿鑿也認為是由于災变性的大量洪水的緣故。

上述的觀念導源于比尤丰、魏尔涅尔、居維耶等人。而在我們俄罗斯，在十九世紀的60年代甚至70年代，哥洛夫金斯基、列瓦科夫斯基等人还重复着它們。我們，尤其是俄罗斯平原上的居民習慣地認為河流有穿鑿河谷的緩慢的作用，与我們的这种見解相比，上述概念真是相去太远了！……。

这里有一些在我們看來是相当生动的引文。——著名的地質学者庫脫尔格于1858年曾以下面的話解釋河谷的成因：

“在水出現以前，淡水的儲藏所就已經被准备好了……有峻峭崖壁的地壳深裂隙就已为河流准备好了。”

格尔麥尔森院士描繪出如下的情景：

“当地盤上升洪水退落以后，俄罗斯中部地带首先干涸。降落于其干涸了的地表面上的大气水形成了河流，它們沿着預先准备好的因洪流而形成的<sup>①</sup>河床朝向不同的方向流去，有的时候它們也沿着波状的地表面的方向流动。这种波状地表面是由于特殊的地质原因而产生的地盤間歇沉陷与隆起而造成的。”

格尔麥尔森的話是在60年代發表的，在道庫恰耶夫文章發表前15年。我們可以看到，一个学者在侵蝕形成物中看到是裂隙，另外一个学者看到的是假想的“洪水”的河床。他們都是处于河流作用学說开始發展以前的时期。自然，类似的引文可以列举出很多。讀者可以大量地在道庫恰耶夫的著作中看到。

那么，学者們观点的轉变是在什么时候發生的呢？道庫恰耶夫在这方面的貢獻是怎樣的呢？

这个轉变是由萊依尔所促成的，他提出了地質現象漸進性的学說。关于河流的作用，首先是由瑞士学者留齐麥耶尔用另外一种語言發表的。他的書名叫“山谷与湖泊的成因”，1869年出版于巴塞尔，在道庫恰耶夫关于卡琴河的文章發表前三年。留齐麥耶尔第一个循序地建立了关于河谷是由河流作用構成的观念。而僅僅在几年以后道庫恰耶夫就發表了同样的观念。

在道庫恰耶夫的“俄罗斯欧洲部分河谷形成的方式”一書中，这些观念叙述得非常詳尽。

道庫恰耶夫在这本書中批評了前人关于河谷形成的观点，然后提出了自己的看法。他分析了不同的情况，經常提到湖狀寬广地轉变为河谷的現象。这是很自然的，因为道庫恰耶夫的观察主要是在俄罗斯平原西北部進行的。在这个地区，湖狀寬广地（在过去为湖）实际上乃是河谷地形中普遍的形态。

他以專門一章論述了冲溝的形成，以及它們以后向拗溝(балка)与河谷的轉化，論述了河系对分水嶺的爭奪等。

除去提出并一般地解决了这个問題以外，道庫恰耶夫还完全正确地指出并划出河谷的典型侵蝕形态，如它們的寬度与河床的寬度不相

<sup>①</sup>着重点是我加的——馬尔科夫。

符合及河流階地之存在等。

道庫恰耶夫的著作和留齊麥耶爾的著作一樣，標志了現代的關於河流侵蝕學說的開始。道庫恰耶夫是這個學說奠基人之一。這兩部著作都預示了侵蝕理論的鼎盛期。這種時期開始於幾年以後，它是與奧地利的阿·彭克和北美的保維爾及戴維斯的前輩學者等的名字分不開的。

但是，當留齊麥耶爾及其學生的名字已載入地貌學史冊的時候，他們不僅對於外國的地理學和地質學有影響，並且對於俄國的地理學與地質學也有影響，所以，作為現代地貌學主要學派之一的道庫恰耶夫的作用在當時並未受到學者足夠的重視。

**И.В. 穆什凱托夫** 就 И.В. 穆什凱托夫對於地貌學興趣的廣泛來說，他不僅在過去的學者及同時代的學者中為最杰出的人，就是比起以後的學者來說，他也是非常優秀的。他不僅研究了俄國不同的多種多樣的地區，首先是土爾克斯坦的地表形態，並且特別注意地貌現象的動態，研究這些現象的方法，以及對於各個重要理論問題的特殊解決。

在地貌學問題或與地貌學相近的問題中，穆什凱托夫感到興趣的是以下幾個：構造現象與地震現象，它們在地貌上的表現；最新的（第四紀）沉積層；冰川現象；沙丘的移動；三角洲的研究；地滑。對於所有他從事研究的這些問題，他大部分都編寫了手冊與方法指南。

И.В. 穆什凱托夫的豐富的知識綜合地表現在“物理地質學”一書中，後者不僅顯示了在那個時代中我國在地質學方面的淵博知識，並且也顯示了當時我國在地貌學方面的淵博知識。下面我們就要談到穆什凱托夫的、和本書內容有密切關係的某些觀念。

穆什凱托夫在他研究土爾克斯坦地質與地貌的第一部著作中，就已經表明了自己是一個具有很深修養的理論家與學者。雖然這本書是在1877年出版的，當時作者不過才滿27歲，並且僅僅去過天山兩次。

在這本書中提到了關於地貌學及與地貌學有關的廣泛的問題，對於第四紀沉積層、冰川作用作了詳盡的記述，對於洪保德——李戴爾關於中亞細亞地方似有活火山存在的謬論作了詳細的分析等等。但是其中對我們說來重要的，乃是穆什凱托夫對於地方地貌學研究原則的一

般观点。穆什凱托夫的見解是这样的：在他以前的學者曾經提出了某些互相抵觸的山勢圖式，因為這些圖式並不是嚴格地按照成因提出來的，所以是主觀的。地形研究者應該依照另外的方法：

“首先應該探溯不同山嶺的組成，並結合着這一點來研究它們的外形，研究現代的分布情況，並且尽可能地找出后一时期的上升对于前一时期的上升的影响；然后應該研究在那兒山脉的中断（перерываемость）只是可以見到的，在那兒，这种中断是确实存在的等，——总之，應該坚持这样一种一般的科学方法，就是所有的現代的現象只有在研究它們的歷史生活之后，才能充分地被查明和了解，只有它們的歷史生活才能使我們發現那些足以說明現代各种結果的成因”（見原書135—136頁）。

这位年青的學者就是这样描述的，並且建議他的同时代學者在山勢研究法中应用地貌学的方法，也就是說，形态成因研究法。在他自己著作的最后几頁中，他提供了使用这种方法來分析天山的地形的实例，並且描繪了天山發展的情景。

当时地貌学中的第二个大問題，就是确定河流侵蝕在河谷形成中的作用。在十九世紀70年代，河谷通常被看作是大地構造裂隙（見前）。以侵蝕現象來說明河谷成因的，如前所述，首先是瑞士人留齊麥耶爾（1869年），而在俄國就是謝苗諾夫、道庫恰耶夫（見前）和穆什凱托夫。穆什凱托夫反对用大地構造裂隙來說明天山河谷。他認為它們的形成是与湖泊及河流的作用有关系。

穆什凱托夫和謝苗諾夫完全一样，把山谷分为橫谷与縱谷兩種。关于縱谷，菲德欽科就已經說過，“……構成了天山的特殊外貌之一，我們應該用一个特殊的術語將它們和普通的河谷区别开”。这是向下轉变为峽谷的、寬广的高山縱長凹地。可作为这类山谷之例子的有阿萊、恰特卡尔、苏薩密尔、卡拉科尔、凱根等谷。它們已为礫岩所充填，而在以前曾是湖泊。

“后来，这些水泊干涸了，因为貯于其中的湖水逐漸地冲蝕了附近的山，最后在附近的較其他山嶺抵抗破坏力小的某个山嶺中开鑿了自己的出路，其結果就是形成了寬广的谷”（1877年，見145—146頁）。

И.В.穆什凱托夫对于構造过程研究得最多。地質学中的这一領域

对于了解地表面是非常重要的。所以我們也把对于現代地貌学概念起着直接影响的 И.В.穆什凱托夫的某些观念在这里談一談。这些观念对于本書所要說明的一些地貌学基本問題是有直接关系的。

穆什凱托夫在其構造观点方面是与其同时代的学者休斯相近的。他承認收縮說的基本原理。他認為水平运动是褶皱作用与造山作用的基本因素。下面將說明（在第五章），为什么休斯的構造观点未能產生得較早的垂直升降运动說那样，更多的成为現代关于山地形成的概念的出發点。在穆什凱托夫的“土尔克斯坦”及“物理地質学”这两部著作中，我們可以看到作者曾詳細地說到关于海穆、休斯及其他收縮論代表者的观点。但是我們看不到他談論到吉尔伯特、戴維斯等美國学者的地貌学观点，甚至連粗略的叙述都沒有。在物理地質学的題为“地表的可塑性及其与断裂位移的关系”的一章，作者曾經談到地表形态对于內力作用的依賴关系。在这方面，当时最有成效的是美國学派，而不是休斯学派。

这些批評性意見都涉及到一定的学派对于И.В.穆什凱托夫地貌学观念的影响。

在探討他个人的研究成果时，我們發現了一些結論，这些結論对于我們現代学者是很可貴的。

И.В.穆什凱托夫根据成因作了关于土尔克斯坦的山勢圖示。所以这是一个地貌学的圖示。И.В.穆什凱托夫不同意李希霍芬的圖示，后者过于重視兩条山嶺方向交叉的意义。同样地，他也反对洪保德所提出的，亞洲中部山地的沿子午綫方向上升的假說。

“所有寬广的天山山系，自其东境巴里申（即鎮西——譯者註）城的巴什套是到帕米尔止（包括兴都庫什山）与卡拉套山系一起，形成了一个数量众多，大小不同的，但是方向一致的弧狀褶皱的总体，其凸处朝向南方，其凹处朝向北方（土尔克斯坦，第一卷，34頁）。

“自塔尔巴哈台至帕米尔，可以看到一系列弧形的褶皱山嶺，这些山嶺主要是在长度和高度上有差別，但是在方向斜坡的性質与地質成分方面非常相同。所有这些山嶺可以很容易被分为三种类型：（1）北部的或塔尔巴哈台式的，属于此类的是阿拉尔、額尔齐斯分水嶺；（2）中部的或天山型的，这是最大的一类；（3）南部的或帕米尔阿萊型的，这类山虽然比前类短一些，但是比它們高。

这几行論述是在半个世紀以前寫的。然而它們与我們現代关于中亞細亞山地的地貌特性的观念非常一致，并且И.В.穆什凱托夫的概念是在收縮論观念之下綜合丰富的实际材料而得出的。

这篇文章發表了几年以后，戴維斯訪問了中亞細亞山地。

当穆什凱托夫在中亞細亞为我們描述“地壳雕塑術”的时候，他主要的注意力是放在水平分割特点上的（所謂水平分割指山嶺走向在平面圖上的表現），戴維斯則特別重視与垂直分割有关的另外一种的地形特征（均夷面，內陸剝蝕高原）。这样，对于造成山地地形的力的观点就發生了很大的差異：一个是休斯（还有穆什凱托夫）所認為的水平压力，一个就是戴維斯的結論——垂直上升力。

穆什凱托夫在其著作中对中亞細亞山地均夷面描述得較少，可能就是這個原因。

A. П. 卡尔宾斯基 偉大的俄罗斯地質学者 A. П. 卡尔宾斯基在科学中提出了一些基本的地貌学問題和解决这些問題的观点与方向，以后的大批学者又对他所指出的观点与方向作了進一步的研究。

从地貌学的观点看来，A. П. 卡尔宾斯基的主要思想表現于其科学研究工作的初期——十九世紀的80至90年代，虽然他在本世紀的前二十五年中也曾把他的学說更加以补充。所以，A. П. 卡尔宾斯基促進地貌学基本观念發展的时候，也正是外國地貌学的重要时期，保維尔、吉尔柏特、戴維斯、彭克、李希霍芬、休斯等的著作，即發表于此时。

A. П. 卡尔宾斯基查明地球表面一般地理規律的企圖和对形成地球形态的基本过程的闡述是很重要的，在后者中，他提出在現代地貌学观点上起了重大作用的升降运动。

关于第一个問題，他曾于1888年以題为“关于大陸的外形、分布与構造的規律性”一文加以說明。

A. П. 卡尔宾斯基指出“从一定的方面去觀察大陸时，可以看到它們：（1）有同样的分布情况，（2）有相近的外形，（3）有相近的山势关系，（4）有类似的地質構造，总之就是可以看到所有大陸主要要素的一定的一致性”。他以下面的方式把自己的概念具体化起来：



惹人注意的是北美与欧亚大陸、澳洲和非洲等組成的綜合体非常相似，而南美則与南極洲是非常相似的。这些大陸及大陸綜合体不僅在外形方面相似，在地質構造方面它們也是相似的。关于后者，我們可以指出古老大陸骨架分布于山脉右側的現象（在卡尔宾斯基的圖上）。这些大陸外形的相似性还有其他几点可作为补充（見原書44—45頁）：所有的主要大陸都是三角形的，“所有的主要大陸在山勢方面都是相似的，虽然大陸的面積越大，山系也越复雜……………”等。我在这里不可能把所有A. П. 卡尔宾斯基提到的規律都列举出來，况且，他对于自己所說的外部規律的成因並沒有做充分的分析。关于后者他只做了一般的評論，由这些評論中可以看出，他是想以总的星体方面的原因來解述他所指出的地球外部面貌的規律性的。他把地球与火星比較，并且說：虽然当我们考察星体外貌的一般規律时，“天文学的原因”是應該加以考慮的，但“地球的內力”終究是主要的。在我看來，后述的觀念，就象对于魏格涅尔學說所做的爭論一样，是非常地正确与合理的。A. П. 卡尔宾斯基这个觀念可以說是異常明确的。他寫道：

“除去那些可以在現時判斷的以外，在大陸和山脉的形成过程中，主要的是地球的內力作用。后者的結果可能完全代替了这些生成物原來所受的影响，即地球旋轉运动或地球外部的天文学原因的影响”（見原書第46頁）。

卡尔宾斯基这部著作对于我們說來是具有極大的原則性意义的，尤其是他提供了一个范例，即掌握地球地形中“主要的”并解釋这种“主要的”。要知道，我們地貌学者对于地貌学的这一方面是很少注意的。

A. П. 卡尔宾斯基是繼罗蒙諾索夫之后的地壳升降运动觀念的創始人。在現代地貌学中，地壳升降运动觀念是起着極大的，甚至于决定性的作用的。A. П. 卡尔宾斯基的类似的观点开始發表于1887年，也就是說，比世人通常認為是造陸运动學說（升降运动）創造人的吉尔柏特所發表的同样的观点（1890年）还要早几年。1894年，卡尔宾斯基划分出地壳上的“宁靜”地区。在这种地区，升降运动最不明顯。他把这一部分跟錯动的——“断裂”和“褶皺”的部分相对照。

但是在这些寧靜的地区——象美國的地質学者戴維斯所稱的——地壳并不是不活动的。在細微地研究类似地区之后，我們可以确信：地球的收縮主要表現于

平緩的向斜與背斜的彎曲上。後者，在占球形表面大部分的地區，至少沿着兩個相交的方向顯出來（1894，見119頁）。

卡爾賓斯基把這種“寧靜”地區的運動叫做升降運動（見12頁）。這個運動的特徵決定於該地區（俄羅斯歐洲部分）海的順序分布，升降運動直接反映在地形上，形成地形上的高地與低地（見122頁）。自然，外力作用過程——剝蝕和海蝕作用在這裡也是起着修正作用的。А. П. 卡爾賓斯基非常重視海蝕作用，他根據一定的理由推斷：這種海蝕作用可能使海洋綫遠遠地向大陸內部移動，並且消滅了當時下沉範圍內沒有降低到海面以下的大陸表層（見122頁）。

由此，升降運動就根據海盆外形的變化，海進與海退而被肯定下來。所以說，海殼的運動反映了地殼的升降運動。這種觀念雖然並不是大家所普遍採納的，但是，它是很重要和非常正確的。與卡爾賓斯基同時，這個觀念也被其他兩位蘇聯大地質學家列文生—列星格（於1894年，見第四篇和 А. П. 巴甫洛夫（開始於1896年）提了出來。著名的法國地質學家埃·奧格後來也同意俄國學者的這個觀念。

卡爾賓斯基關於地形的歷史根源的意見是非常重要的：

“就是在今天，子午綫方向的窪地遺跡還繼續存在……，現在一直伸展到薩拉托夫附近，它的存在可能與南俄一般的緯綫方向的低地及其北方高地的形成有關”。

自然，上面所簡單提到的幾點是不能把 А. П. 卡爾賓斯基的地貌學觀點全部包括在內的。只要提一下他對於烏拉爾地質與地貌，特別是應用地貌學（砂礫）的貢獻就足夠了。

但是，為了適合本書的任務，我只談到那些在我們看來與主要的地貌學問題有關聯的材料。

**С. Н. 尼基京** 尼基京的主要貢獻在於他研究了地形的演化問題，發表了一些直到今日還為世界的地理學者與地貌學者所贊同的見解。

尼基京認為現代俄羅斯歐洲部分地面的基本輪廓是非常古老的；他認為構成現代俄羅斯平原地形的那些力的作用是漸進性的。

“無論地質學者的工作方向是什麼——不管是想確定侵蝕作用和斷裂位移力的發展與表現的強度，或是想研究這種或那種地質沉積物的地理分布問題與很多

的尤其是地表面形成物的成因問題，或者是想解决实用性的多种的任务——地質学者必然首先要去研究地方的地形。

C. H. 尼基京就是这样地在他对于57頁的俄罗斯普通地質圖的經典地質描述中解决了地形的年齡問題。

他說，莫斯科省的地形是古老的。在侏羅紀以前及以后到冰期以前，該地地形就已和現代的地形相近。地形的年齡可以用地質学的方法來决定。它比那些表面因侵蝕作用而被割切的沉積（石炭紀的）年輕，而比复盖着这个地表面的沉積層（侏羅紀的）年老。因而得到了一个極了解的方法。在尼基京所著的“莫斯科”專刊問世后五十年的今日，关于俄罗斯平原地形古老性的观念仍为地貌学者所贊同。我們可以在他的其他著作中找到同样的論点。1894年，C. H. 尼基京在研究第聶伯河源及描述割切的石炭紀岩石地表面时曾經提到：

“我們可以想象，这个地表面在很大程度上是丘崗起伏的，其中有丘陵、窪地和谷地，这些丘陵、窪地和谷地是由于在自石炭紀海退至第四紀沉積（冰川作用的等）以來的長时期中所發生的巨大侵蝕过程而生成的，而上述第四紀沉積物則或多或少地填平了这些古老的谷地与窪地”（見第57頁）。

最后尼基京在其所著的“伏尔加河流域”中說到，瓦尔岱高地乃是与層位較高并为侵蝕作用所割切的、古生代基岩地表面有关系的古老形成物。在基本地形特征的形成方面，冰川現象只有比較次要的意义。

“在这里，走向为正东北的所有基底岩層的平行系統与地形的主要基本路綫的走向完全一致……冰積景观帶常常伴有零星分布的、破坏程度不等的古老基岩的露头，这种景观帶的主要特征是在地質上的系与它們的个别層之間有階梯狀的分界，关于这点上面已經談过”。

这个結論到后来完全为新的研究所証实。

C. H. 尼基京把A. П. 克鲁泡特金主要根据芬蘭实例所提出的古大陸冰川作用理論运用到中部俄罗斯的地方。他对于克鲁泡特金是非常欽佩的。他在評論“关于冰期的研究”的作者时曾經寫道：“所有可以作为冰川假說之基礎的东西都应用在这部著作中了，这部可貴的著作以对大量事实的理解和对精确的物理規律之嚴格的科学应用為基礎的。C. H. 尼基京非常正确地重構了俄罗斯平原上的大陸冰川边界的位

置。他描繪出了一幅使以后的学者对之只能加以补充的情景，这就是：第聶伯和頓河的大冰川舌，深的“舌間地”，冰川边界向东北后退，越过了伏尔加河，進入卡馬河流域。他第一个嘗試描繪了自烏拉爾山移動下來的冰塊境界位置。

C. H. 尼基京对于古冰川現象的兴趣亦不淺。他在自己以后的一部著作中曾經正确地提到——“地理学者常常注意到并且首先注意到这些尚未終了而仍繼續到现在的地球生活階段的歷史，注意到这些主要决定了現代地表的塑造加工的歷史”。

C. H. 尼基京在自己的著作中也談到了这些关于平原冰期歷史的急待解決的問題，如冰川的多次性問題及其証明方法，最后一次冰川作用边界的边界的景观特点，冰盖移动与退却的机理，不同类型的第四紀沉積的成因等。关于这些問題他曾在一些一般性論文中分析过，并且也曾在很多的区域性著作中提到过。下面我們就談一些 C. H. 尼基京的观点，把他的观点与現有的观点对比一下是有意义的。

C. H. 尼基京对于俄罗斯平原与欧洲西北部冰期次數的問題研究得很多。C. H. 尼基京并不是單冰川論者，但是坚决主張一定要对冰川的多次性作嚴正的科學論証（关于这点，很遺憾，就是在目前我們也不能常常看到）。为了解决冰期的次數問題，必須要有細密的、經過深思熟慮的方法。从成因及地方性变化方面來看，冰川沉積“几乎是最复雜的”。“在很多情況下，就是地質学家的主要法宝—古生物学—在研究与对比这些沉積層的时候，也是不起靈驗的”（見第137頁）。

“如果把一層成層的沉積層都認為是間冰期的遺跡，那么普魯士就有8—15个間冰期”，——他这样正确地總結。虽然我們不能夠时常找到間冰期的沉積物，但是它是我們已見到的东西。所以，从原則上說，這個問題的解决是有利于多次冰川論的。

C. H. 尼基京曾經用很多精力研究过的另一問題就是最后一次冰川边界的地貌特征問題。通常学者研究這個問題时都不注意冰積景观为侵蝕景观所替代的情况，而这种情况在俄罗斯平原上是一个突出的特点。很明顯，这个在形态上很明顯的边界反映了已經指出來的冰川边界兩側地方的冰川歷史的不同，并且，只有在其北部和西北部有最

后一次的冰川盖，它的遺跡在地形上还是比较鮮明的。C. H. 尼基京就是这样認為的。

“在維捷勃斯克及普斯科夫兩省所考察的地区，主要特征是冰磧景觀，这种景觀在進入斯摩稜斯克省的时候就完全消逝了——他这样寫道。——而这个边界同时也是穿过謝別日城以东到达查莫斯帖站的上層冰磧的分布边界，也就是最末一次冰川的边界”（見327，321頁）。

C. H. 尼基京首先提出了关于冰川末期在广大地区有死冰產生的觀念。只是在很多年之后，这个觀念才为美國学者所發展。而另一个觀念也早已为 C. H. 尼基京提出來了。他寫道，現代山地冰川主要在自己低的一端退却，形成了終磧提。因为冰川末端位于雪綫下很低的地方，所以一定会有迅速縮短的傾向。

“在寬广平原上的大陸冰塊的界限一定是很少远 离于自己的雪綫的，当雪綫發生上升趋势时……德意志与俄罗斯的寬广平原上的冰川，象在山岳冰川所發生的情况那样，不僅从自己的南部界綫向后退却，并且也可能分解为很多的个别的冰野。这些冰野为已經从冰下露出來的中間区所分隔。”

**A. П. 巴甫洛夫** 巴甫洛夫在偉大的十月革命前很久即已开始其科学活动了，他的工作一直繼續到革命后十几年。他所著的与我們的論題有直接关系的最早論文發表于1896年，其晚期的論文發表于本世紀二十年代。由于其著作年代早，其初期作品与以后作品的繼承性，以及这位俄罗斯偉大学者在科学創作方面对地貌学發展的巨大意义，我們必須用数頁的篇幅來談談他。

与我們有直接关系的 A. П. 巴甫洛夫的一些基本觀念是和上述 A. П. 卡尔宾斯基的觀念相近的。A. П. 巴甫洛夫后期的非常重要的著作較 C. H. 尼基京后期的著作發表要晚很多年。由于这个原因，即不依照傳記的年代，而依照科学思想發表年代的先后，我們在地貌学中，在本章——俄罗斯地貌学發展初期奠基者的活动簡評——的最后一段來談 A. П. 巴甫洛夫。

在 A. П. 巴甫洛夫所提到并解決了的很多地貌問題中，我只想談一些在本書看來应当算做地貌学基本問題的东西。

A. П. 巴甫洛夫在这方面起了很大的作用。他闡述了以下的地貌

学重要問題：地球表面基本形态的成因，海洋水准面移动的机理，现代地貌学者認為非常重要的、地壳平緩弯曲的形成，基本地形形态的分类。

阿歷克賽·彼得洛維奇（即巴甫洛夫）在其晚期的、發表于莫斯科自然科学研究者协会公报（于1922年出版的）中的一篇文章中，論述了关于地球表面基本地形形态的成因問題。他在这篇文章中發表了后述的觀念。我們的星体表面的基本形态因橢球体与地球体的差異而發生，也是由于橢球体表面的冷却与縮小而生。此时，地球表面的弯曲經半徑逐漸減小，在地壳上結晶地盾的中部形成了上升的应力，而在結晶地盾的周圍部分形成了下沉和断裂。这些觀念是叙述得比較簡略的，但巴甫洛夫却比較詳細地叙述了作为地球上地形主要特点的兩個階梯的形成原則（見第四章），这里所說的兩個階梯就是海洋底部水准面与大陸台地水准面——它們被以4000公尺以上的高度間隔分开。

A. П. 巴甫洛夫試圖以对月球地形的观察作为比拟來說明它們的成因。月球上的地形和地球上的地形一样，也是有兩個階梯的。月球地形中較低的階梯就是月亮的“海”，較高的階梯就是月亮的大陸，在这个大陸上分布着月球的噴火口。A. П. 巴甫洛夫認為這兩個階梯的成因是与岩漿作用有关。“海”是壳上較薄的区域，閉鎖在岩漿中的气体容易从这里噴出，結果这一部分的地壳就变得較重而下沉了，因而大陸的特征是該处的地壳比較厚，它被岩漿的岩基与气体抬高。岩漿噴出到地表面的遺跡可以从月球的噴火口上看出。所以，A. П. 巴甫洛夫和现代的地貌学学者一般的看法一样，認為岩漿具有極大的建設性的地貌作用。

“在月球上，其他表面的發展可以很肯定地分为兩個地区：明亮的部分——土地，亦即大陸，而黑暗的部分——就是所謂海，这个海自然是干的，因为在月球上既没有水，也沒有空气。在大陸的表面上密密地分布着錐形山或环谷，它們的面積大部分都很大——直徑在10俄里左右……………”。

由于对这种特殊地表面的研究，而得到了一个結論，就是在最初的薄壳形成之后，充滿了熾热气体的深处岩漿时而在此处迸裂地壳，时而在此处迸裂地壳……………由于这些气体几乎在任何地方都沒有可能

找到自己的出路，充滿气体的岩漿愈來愈緊張，結果不僅使得直徑在几十俄里左右的地壳被熔解，而且使得直徑在百俄里左右的地壳被熔解。發生了熔岩海，迸放出熾热的气流；岩漿在寬广的地表面上冷却了，从多余的气体中离析出來；天体体積的收縮加速度地進行，結果使熔岩海的水准面現在在某些情況下顯得比陸地的平均高度低 4—5 公里（見第19頁）。

下部階梯——月球的“海”面和地球上世界洋底面相类似，就是这样形成的。“在这个时期，月球表面的演化分为兩個地区：分布錐狀山的大陸及熔岩之海”（見第20頁）。在其反映为上述兩個階梯形成的岩漿作用中，也發生了發热的化学反应及放射能的分解作用參加。巴甫洛夫坚持地球的收縮說与冷却說，不过他認為：由于热量自地中放散于地壳而造成的逆作用与收縮、冷却作用互相斗争，所以这种收縮、冷却的过程是很緩慢的。这也是現代大地構造学的進步观念之一。遺憾的是上述 A. П. 巴甫洛夫的观念在俄罗斯的地貌学者中并没有得到反应。B. A. 瓦尔桑諾費耶娃指出这个事实，她說：“在俄文文献中，A. П. 巴甫洛夫的工作現在还没有得到反应，这就是对很多有趣的假說的整理”（見第195頁）。

第二个問題——我上面曾提到的——就是海進的机理。这也是地貌学的主要問題之一。后面將指出，海的磨蝕作用和堆積作用是主要的地貌因素。因此，我們应当努力地研究这种有时迫使水衝向陸地，有时又迫使海水后退的力量……企圖研究这种力量的学者是很多的，其中最主要的一个就是休斯。他認為海退是由于海洋盆地底部的下沉而造成的，而海進是由于很多的原因而發生的。但在这些原因中，他排斥海洋底部的構造隆起这一原因。因此，他对構造作用在海洋水准面运动中的作用的了解是片面的，只从地球收縮論上來了解。

休斯把海洋水准面的实际运动叫做海面升降运动（эвстатические движения），以此來和似是而非的海洋水准面的运动和区别（譬如，海岸地段下沉就会造成海進的錯觉）。但是，依照休斯的說法，海洋水准面的海面升降运动的原因是極其多样的（如海洋盆地為搬運物所充填，地球旋轉速度的变化等）。所以上述的分类在成因上說來



是模糊不清的。

A. П. 巴甫洛夫的观念是非常确切的。第一，他认为地壳运动有極大的作用，是促使海洋水准面發生变化的因素。構造作用不僅引起海退(休斯語)，而且也引起海進。第二，他依照海洋水准面变动的生因，將它們非常明顯地分为兩类。这就是地动型海洋水准面变动(геократические движения) 与 水动型海洋水准面变动(гидрократические движения) ①。前者反映了構造作用，后者反映了水圈本身的作用(譬如，大洋中水量的减少)。关于構造作用对于海進与海退所起的作用，A. П. 巴甫洛夫在研究俄罗斯平原中生代海的歷史时曾經加以肯定。关于这个問題他首先在1903年就已經精确地發表了肯定的見解，以后又在1909年發表过。現在我們把他的第二篇文章摘錄在下面：

“几年以前，由于拉帕朗的請託，我曾为他所編的“*Traité de Géologie*”中画了一幅侏罗紀与白堊紀各期俄罗斯的海陸分布圖，这个海盆的面積与輪廓……在中生代的每个时期中都是不同的。其中只有下卡洛或上尼欧克姆期的海岸綫变化原因可以归于，至少可以局部地归于北半球海洋水准面的普遍上升，在其余时期中，海岸綫外形的变化并不伴有海水的灌入而这些变化的原因我們應該从地方性运动——地壳的徐緩上升与拗陷——方面去找”②。

这些“地方性运动”造成了地壳上大陸地区“非常長、并且寬而平緩的拗陷”，后者是和向斜褶皺及地槽完全不同的，并且在科学上还没有專門名字，我建議称它們为“陸向斜”(同上)。

A. П. 巴甫洛夫在1898年及1909年引用了关于陸向斜的概念。H. C. 沙茨基指出它与阿本丹囊(及瓦·彭克)的大褶皺概念及哈尔曼的大陷落凹地概念相近。在下面我們將看到，依照現代观点，这种形成物的地貌作用是很大的。“大褶皺”是現代地貌学中的基本概念之一。一般認為这个概念是阿本丹囊在1912年所提出的。但是，如我們所看到的，这个概念的真正作者乃是A. П. 巴甫洛夫，他預示了他的國外同道的观念。

①这两个名詞巴甫洛夫引用于1896年在倫敦地質学会季刊52卷上所發表的文章內。

②着重点是我加的——馬尔科夫。

这个事实被苏联的地貌学者所忽视。他们中间有很多人都记得瓦·彭克的名字，但是却没有人提到我们的同胞——A.П.巴甫洛夫！A.П.巴甫洛夫的这个观念与A.П.卡尔宾斯基的極相近。这就是他所提出的第三个问题。

最后，我们再谈谈A.П.巴甫洛夫关于地形基本类型的区的观念。这些观念发表于论述平原地形成因的著名论文中(1898年)。A.П.巴甫洛夫在这篇文章中把地形分为侵蚀地形、堆积地形，并且特别注意构造地形。按照我个人的观点以及很多偉大的地貌学家的观点，上述三种地形类型应该做为地形形态成因分类的基础，我以后也将采用这个分类的原则。另外，A.П.巴甫洛夫还有一个非常正确的意见，就是他认为地球上地形的基本类型就是山岳地形和平原地形，这样的区分不仅在山势方面来说是合理的，并且在构造-成因方面来说也是同样合理的。后面我们就将应用这个区分法，因为他所说的是正确的，他曾说道：“首先并且最清楚地划分出两种山势类型：平原——这是很广泛地开展着的地区，其上平坦或丘陵起伏，有不高的坡地交错于其间，和山脉——带有尖顶，并有纵谷和横谷。它们之间的差异与地质原因有关”(1898年，见第95页)。

我们可以看到，A.П.巴甫洛夫在地貌学理论方面的贡献，是如此的巨大。他是这门科学的创始人之一。在这里我不能再论述A.П.巴甫洛夫的其他观点，那些观点虽然也与地貌学有关，但所涉及的问题并不是本书所要谈的。只要再举出一类就够了，例如A.П.巴甫洛夫此外还在科学中提出了关于坡积作用、潜蚀作用的概念，他毕生研究了冰期内的冰川现象等等。

**結論** 把俄罗斯地貌学思想方面的遺產加以簡略的論評——这是过去任何人都沒有做过的事。这种工作需要研究大量地貌学与地质学等方面的原著。因为这个目的是超越于本书緒論一章的任务的。所以我只能把我国最偉大的八位学者的观点加以簡短的分析。

从这个分析中，可以得出一些一般的結論。首先，我們可以看到，俄國學者曾經想过很多的地貌学基本問題，并且为解决这些基本問題做过很多工作，如：星体地貌学(планетарная геоморфология)；

地形类型与地球内力作用的关系，河谷形成的规律，地形的演化及其确定方法，地形与古冰川作用等等。其他很多的地貌现象——有一部分已在上面谈过——也是为上列的学者所补充和阐述的。

以上所列举的问题及对于地貌学问题的精湛而独特的见解，使我们有足够的理由来断定，早在十九世纪后半期地貌学在俄罗斯就已经成为一个发展起来的科学部门了。它的最終形成，在俄国和国外约在同一时期，并且是基于同样的一些进步思想的，譬如：达尔文的进化论思想和莱依尔的现实主义观点，和更早的罗蒙诺索夫的思想等。

这就是我们在介绍俄国地貌学历史的时候为什么只叙述十九世纪中叶这一时期的原因。在那个时候的俄国地貌学者所集中研究的问题中，有些基本问题在今日仍是有价值的。

其次，必须认为，我们的先进地貌学者，是继承了前辈的观点与影响的。谢苗诺夫、克鲁泡特金、道库恰耶夫、穆什凯托夫、尼基京、卡尔宾斯基、巴甫洛夫等并不是孤零零的一些科学家，而是科学潮流——地貌学——的代表。

譬如，谢苗诺夫有很多关于山地地形的观点以后为穆什凯托夫所发展，克鲁泡特金关于古冰川作用的假说成了尼基京的概念和基础，巴甫洛夫的观念和卡尔宾斯基的观念相关联……等等。

在俄国革命前地貌学中的第三个相当重要的特点就是对于国外地貌学观念的确定无疑的影响。谢苗诺夫和穆什凯托夫向世界科学揭示了中亚的地貌真相，克鲁泡特金所著的关于西伯利亚的著作也有同样的意义。

年青的谢苗诺夫在中亚地理方面的学识是如此的渊博，甚至年高德望的喀尔·李戴尔在谢苗诺夫去中亚旅行以前就承认他的学识比自己高。

李戴尔“和我认识以后，非常喜欢我，他把我当作他的翻译和评论员，他告诉了我所有地理学家感到兴趣的满清帝国和中亚的情况，并且他对我说，对于亚洲这些地方的地理知识，我所了解的要比他更切实些”——П. П. 谢苗诺夫以后曾这样说过。

上述俄国学者的著作很多都在国外的科学出版物中发表了，这也

促進了俄國先進地貌學者思想在國外的傳播。

革命前的俄國地貌學畢竟表現得有一些胆怯，不能充分地認識到自己的功績，過分的注視“外國”。而對於每個地貌學者間觀念的繼承性，尤其是对他們在國外地貌學界的功績，認識得更是不夠。

И.В. 穆什凱托夫在其所著的“物理地質學”一書中沒有一處提到作為河流侵蝕學說創始人之一的道庫恰耶夫的功績，國外的地貌學者尤其未曾完全估量過上述各偉大俄羅斯學者在地貌學上的貢獻。他們的名字應當放在我們地貌學的首章，毫無疑問，我們的學者對此是足以當之而無愧的。

我只能談到最偉大的學者。在這裡還需要補充的，就是這些學者，如 А.П. 卡爾賓斯基、А.П. 巴甫洛夫、В.А. 奧勃魯契夫及其他很多學者在十月革命以前和以後仍從事於地貌學方面的研究工作。

在蘇維埃時代，成立了由 А.А. 鮑爾佐夫、И.С. 舒金及愛傑爾什捷因等教授組成的莫斯科大学與列寧格勒大學的地貌學派。有很多從事於地理學、地質學與水利學等學科研究工作的蘇聯學者也就是蘇聯地貌學的真正奠基人。在以下各章結合着敘述現代地貌學的各個問題時，還要提出蘇聯地貌學者的觀念。本書的各章意旨是把今天的地貌學做一個概括的敘述，並且把蘇聯地貌學者在地貌學上的功績加以評價。

---

## 第二篇 內力因素在地形 形成中的作用

### 第四章 星体地貌学的几个問題

**地球是橢球体** 关于作为行星之一的地球形状的概念經歷过几个發展階段。在紀元前九世紀，荷馬曾以詩歌的体裁把地球描繪成平底的圓盤。在紀元前數百年間，學術界出現了关于地球是球形的概念（紀元前 384—322 年的亞里士多德；紀元前 272—199 年的埃拉托斯芬）。

然而，就是哥倫布也是因为不相信地圓之說才去航海的，当时他認為地球之为橢球体还没有被証实。只有麥哲倫的环球旅行（1519—1522）才打破了这种怀疑論。地球自此才被承認是具有橢球体形状的。

現代的科学的概念是把地球看作为轉动的橢球体。当我们說地球是地球体时这个概念就更加精确了。球体（Земля-шар），橢球体（Земля-сфероид），及地球体（Земля-геоид）——表示着近于真正的或物理的地球表面的三个順序階段的概念。

橢球体是地球沿着地軸轉动的形态，地軸的特点是在兩極縮短。

橢球体的数据是这样的：

赤道半徑的長度……………6,378,388 公里

兩極半徑的長度……………6,356,812 公里

扁平率（величина сжатия）……21,534 公里，或  $\frac{1}{297}$ （赤道半徑与兩極半徑之差对兩極半徑之比）。

表面的面積……………510,000,900 平方公里

体積……………1,083 十億立方公里

上列数字是赫依佛尔德 (Хейфорд) 在1910年提出的。苏联的大地测量学家 Ф. Н. 克拉索夫斯基 (Красовский) 指出: 这些数字主要是引用美国的资料; 苏联的大地测量工作使得上列数字有所改变。依照克拉索夫斯基的意见, 地球的长轴还要短一些 (6,378,245 公里) 并且地球是不甚扁平的 (1:298.6)。

我们必须谈一谈: 给予地球以球体形状的那些力的特性; 这个形状在主要力变化的影响下所发生的变化; 球体的形状变化如何表现在第二级的形态中; 以及相反地, 第二级的形态变化如何表现在第一级的形态中——表现在球体的形状上。

早在地球是球体这一观念发展的初期, 很多这类的問題就被提出來并且被解决了。

**牛頓和惠根斯的觀念** 問題的歷史开始于牛頓的时代 (1643—1727)。1672年, 法国的天文学者里謝 (Рише) 发现; 把巴黎的有擺的天文鐘搬到开云 (Кайенн) (靠近赤道的一个地方)<sup>①</sup>, 天文鐘每一个晝夜要慢  $1\frac{1}{2}$  分。牛頓把这种現象解釋为赤道一带重力減小的結果, 因为“地球在赤道一带稍微高一些”。

牛頓的想法对我们說來是異常重要的。牛頓認為, 地球是橢球体, 其扁平率  $\alpha = \frac{1}{230}$ 。因此, 他所提出來的地球扁平率的数值比后来計算的地球扁平率数值 (1/298) 稍微大一些。惠根斯 (Гюйгенс) (1629—1695) 計算的数值說明了牛頓所計算的誤差的原因所在。惠根斯也算出了地球体的扁平率, 不过他所得出的数值远較牛頓的数值要小, 他的数值是 1/576。

牛頓和惠根斯的計算結果为什么互不相同呢? 牛頓認為地球是性質均一的物体, 他并且認為: 地球内部的每一个点不僅受着朝向地心的引力, 并且受着來自地球其他各点的引力。在这种情况下, 橢圓球体伸展得比較厉害, 重力随深度的增長只能到一定的深度, 所以离心力相对地就变大了。惠根斯采取了相反的观点, 他假定: 地球各

①开云所在的緯度为北緯40°56'。

处的引力都是朝向中心的，地球的所有質量都集中在中心；地球其他部分的密度都近于零。在这种情况下，橢球体的形态必然近乎球的形态，因为离心力的意义是比較小的。

現在我們可以看出：（1）地球的形态不僅決定于地球轉动的速度，并且決定于其構造的同一性的程度；（2）地球扁平率的正确数值是介于牛頓和惠根斯的数值之間的。这就是：

$$1/230 > 1/298 > 1/576$$

杰里梅尔特（Гельмерт）認為：重力在地球內部逐漸增加到一定的深度極限，这个深度極限大約是 1000 公里。在深于 1000 公里的地方，重力又逐漸減小。在地面上，重力較在 1000 公里的深处小 5 %。

不过在地球內部各点受到地球內圈(сфера)和外圈的引力之时，它們的構造，也就是物質在各种深度的分布情况，并不是毫无差別的。

所以，当把太陽系內各个行星的扁平率与它們的旋轉速度互相对比的时候，我們看不出來这两个数值之間有什么明顯表現的关系。圖中的数字是很錯雜的，这是因为受了第二因素——各个行星的不同程

太陽系內几个行星的扁平率

名 称	繞軸轉动一周 的 时 間	平 均 密 度	扁 平 率
地 球	23小时56分	5.5	1 : 298
火 星	24小时37分	4.0	1 : 192
木 星	9小时50分	1.3	1 : 15
土 星	10小时14分	0.7	1 : 10
天王星	10小时42分	1.3	1 : 14
太 陽	25个晝夜	1.4	—

度的構造同一性——的影响所致（見上表）。

譬如，火星的扁平率較地球大很多（1/192与1/298），而火星的轉动却較地球稍慢（地球——23小时56分，火星——24小时37分）。

所以，地球的外形也決定于它的內部構造。

不过，地橢球体的外形自然也決定它自轉的速度：土星、天王星



和木星等的扁平率是很大的（ $1/10—1/15$ ），它們的旋轉速度（9 小时 59 分—10 小时 42 分）也比地球大。

**旋轉速度與地形** 為了說明地球表面的基本起伏形態，計算在不同旋轉速度下的地球強度（прочность）也是很重要的。計算的結果如下：赤道一帶的離心力相當於地球引力的  $\frac{1}{289}$ （在這裡離心力最大）。

離心力與地球轉動的角速度的平方成正比。如果角速度增加 17 倍，則離心力就增大  $17^2$ （289）倍，也就是說，物體在赤道一帶失去了自己的重量，即地球物質的一部分發生分裂出去的現象。實際上這樣的災變早就應該到來了，因為隨著旋轉速度的加快，地橢球體變得愈來愈凸起，那麼赤道的旋轉速度就會更加增大。

當一個晝夜的時間為  $\frac{24}{17}$  小時以上，或 1 小時又 25 分以上，赤道

軸的長度為地球的兩極軸的 2.7 倍時，地球的破裂就發生了。這些計算對於我們雖然沒有直接的重要性，但它也是有一定意義的。說到這裡，我們就要談談地球的衛星——月亮從地球分裂出去的事情。有很多學者認為這個災變與地球表面主要特點之一——太平洋海盆的形成是有關係的。譬如，我們最偉大的地球化學家 В. И. 維爾納茨基院士就曾經這樣想過。

我們可以認為：現代地球具有巨大的——15 倍以上的“強度儲量”（запас прочности），而自轉更慢的太陽甚至具有 200 倍的強度儲量。相反地，旋轉迅速而兩極扁平的土星，其質量極不穩定。土星的強度儲量只有  $1\frac{1}{2}$  倍。在行星的歷史中，當這種儲量一旦耗盡的時候，土星的環就會被分裂出去。

所以我們說，地球是圍繞着自己的小軸而轉動的橢球體；這種轉動形成了橢球體的形態。不過，由於地球物質越靠近地心越堅實，所以橢球的形態表現得並不十分明顯。地球的旋轉速度是可能發生變化的。如果其旋轉速度增大到某個臨界值，這時就會有地球的一部分物質——一大“滴”——從地球的赤道分裂出去。月亮就是這樣生成的。自月亮生成之時起，地球的旋轉速度就變慢了，至少必須加大 17 倍的

旋轉速度才能重又發生類似的災變。

地球旋轉條件的變化能夠使地形發生哪些變化呢？有沒有類似的假說呢？我們首先可以談一談作為地表形態變化的原因的地球旋轉速度。毫無疑問，在有關這兩種現象的許多假說中，最引人注意的就是阿·魏格涅爾（Вегенер）的假說。

魏格涅爾以地球的轉動解釋兩種現象：大陸向赤道移動（所謂“自兩極逃亡”）及大陸向西方移動。

魏格涅爾用離心力的作用來解釋大陸向赤道的移動，這個過程是这样的：

大陸的比較輕的地塊（矽鋁層＝矽＋鋁）漂浮在比較重的矽鎂層（矽＋鎂）之上。

地球是由同心圓形的殼構成的橢球體，這些殼的表面並不是互相平行的。矽鎂殼的表面不如矽鋁殼的表面那樣扁平（橢球形），也就是說，不如地表面那樣橢球體化。換句話說，愈靠近赤道矽鋁層的厚度愈大。假定矽鋁層地塊是漂浮在矽鎂層的上部，在這個地塊上有兩種相對的力起着作用。重力的方向是向下的，是垂直於地表面（矽鋁層表面）的；而阿基米德浮力的方向是向上的，把地塊自矽鎂層向上推起，是垂直於矽鎂層表面的。由於兩個面不相平行，垂直於這兩個面而作用方向相反的力就構成了一個角度。我們可以想象出這兩種力所構成的平行四邊形及其所生成的合力，後者顯然是朝向赤道的。依照魏格涅爾的說法，這種力就是促使大陸自兩極“逃亡”並且把它們向赤道推動的那個力。地質學者施陶布（Штайб）發展了這個觀念（雖然曾稍加改變），他曾以鮮明的色彩描繪了大陸的“逃亡”情況並重構大陸原來的位置。

施陶布寫道：“在這樣巨大的、總的造山運動机理中起主導作用的就是離心力，由於離心力而發生了最初的震動，使得地殼下的流体經常重複而有規律地交替活動着，離心力是這種活動的主導因素（великий направляющий момент）。在巨大的更替過程中（大陸自兩極移動的過程中，大陸在兩極漂浮的過程中）流體的活動經常制約着地球上經常重演的造山運動”（參看原書261頁）。

施陶布在這樣動人的詞句中敘述了離心力在地形形成中的作用。

然而这种作用的程度还是說明得不夠充分的。有一位美國的学者曾以如下的方法來說明这种力量在中緯度地帶的作用。他說：这种力量可以和 500 艘停泊在曼赫天 (Манхэттен——紐約中部) 地方的伊莉莎白女王型航船相比較。然而以这样的力量來說明大陸向赤道滑动是与实际的力量相差几千倍的(即使矽鋁壳真正可以在矽鎂壳上滑动的話)。

現在我們再來談談魏格 涅尔假說，我們可以看到，由于許多原因，这个假說并不能給我們解答地球現代面貌的問題。

現在我們需要 注意的就是：地球的整个 形态及其个别 主要輪廓 (черты) 的形态 都是或多或少与地球的轉动及因地球轉动而生的离心力有关的。

然而自从月亮从地球上分裂出去以后，在因月亮而生的漲潮的影响下，地球的轉动逐漸变慢了。潮水阻力的机理可以很容易地用簡單的略圖表示出來 (圖 1)。

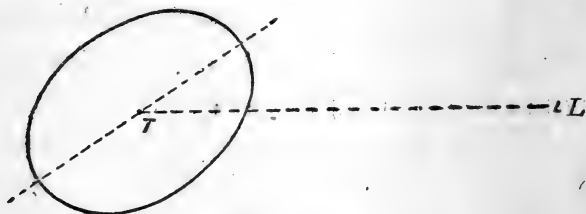


圖 1. 地球轉动时潮水阻力的机理

假設月亮  $L$  使地球表面發生了潮水，地心位于  $T$  点。在潮水形成的时候，地球是一个向着月球 ( $L$ ) 这一方面伸展着的橢圓球体。地橢球体的形态因潮水的生成而在地表面相对兩部分特別突出地表現出來。但是按逆时針方向轉动的地球，由于水的附着力，在自己轉动的时候也帶着潮水一起轉动，潮水所处的位置如圖所示。橢球体的長軸与  $T-L$  这个方向形成一个角度。橢球体的潮水凸出部分就会被月球拉到与地球轉动方向相反的那一方面去。于是地球的轉动便受到阻滯而变得慢了。

上述月球对潮水的引力作用使得地球轉动速度从这种机理發生之时起大約減慢到  $1/6$ 。

最重大的地貌學上的問題——所謂地球不對稱的成因問題——也與月球的形成有關係。

問題是這樣的：地球的質輕的矽鋁層在海洋地帶比較薄一些，並且，據很多著名學者的推斷，矽鋁層在海洋地區是根本不存在的。他們認為最大的海洋地區中——太平洋——矽鋁殼已經破裂。矽鋁層的不存在構成了地球的不對稱。

В. И. 維爾納茨基也承認了地球的這種構造與地形的特性。

維爾納茨基說道：“在地球構造中存在着連續性(сплошность)的破裂現象——地殼連續性的破裂，它是從生物圈開始的。”

花崗岩殼——矽鋁殼——也破裂開了。花崗岩在太平洋底部是不存在的。“在太平洋中，淤泥下面應該是花崗岩以下的重殼。在具有幾個殼的行星中表現得很明顯的不對稱地區在這裡就結束了。”在太平洋地區為什麼沒有花崗岩殼呢？維爾納茨基在其結論中說道：“我認為：地質學者應當重視天文學者所做的關於月球的結論”(參看原書259, 262頁)。

維爾納茨基認為月球是從地球上分裂出去的，而且是發生在太平洋地區。在這裡，地球的花崗岩殼以及一部分較重的花崗岩下的地殼都被分裂出去了。這個假說還在達爾文的時代就已提出來了，以後很多的、幾乎完全是國外的地質學者與地球物理學者發展了這個假說。他們的名字是，皮克林(Пикеринг)、魏格涅爾(Вегенер)、施陶布、博恩(Борн)。魏格涅爾認為：正因為月球分裂出來了，才引起大陸的滑動，它們力求填補已經形成的“創痕”。所以現代矽鋁殼也發生破裂。不錯，月球的體積為太平洋海盆容積的三倍。不過後者可能是逐漸“束緊”的。人們可能又要引証月球的比重。月球的比重為3.28。這個數字大於地球的矽鋁殼的比重(2.7—2.8)，不過這個差異可以很簡單地解釋為：矽鋁殼下較重岩層橄欖岩層也分裂出去了(橄欖岩的比重大約與月球的比重相等)。

然而我們必須提到的就是：哈爾曼(Хаарман)認為月球自地球分裂出去的地点是在中亞山地，對於這個假說大部分的蘇聯學者都是不同意的。地球表殼的不對稱現象也是被В. И. 維爾納茨基過分地誇

大了。

但是，怎样來对待上述的假說呢？这个假說的确是存在着。而且它把太平洋的成因——地貌学問題——和整个地球的生命联系起來。

無論如何，因月球而生的潮汐是有影响的，这点是大家所公認的事实。至于它在数量上的表現則决定于某些地形細節。这些地形細節决定着潮水摩擦力的大小在地質年代中的变化，决定着地球旋轉速度的減慢。地球轉动可能進行得并不均匀。因为地球的局部形态是受地球的总形态所制約的，同时总的形态又是由局部形态所决定的。

問題在于，潮水的波浪影响的深度不大，它对海底的摩擦只表現在淺海中。

泰勒与哲夫礼士（Джефрейс）曾于 1920 年計算各个海中潮水摩擦力对于地球轉动变緩的影响。每个海的影响是不同的，这与因浪潮摩擦力而產生的能有关。他們所做的計算包括欧洲、亞洲及北美洲的海水，并且得出这样的結論：白令海所放散的能約为所有各海放散的能总量的  $\frac{2}{3}$ ，也就是  $11 \times 1 \times 10^{18}$  尔格/秒及  $7.5 \times 10^{18}$  尔格/秒。

誠然，白令海較其他已調查的海的深度都大一些，所以它的潮水的影响是比較小的。但是白令海在阻滯地球轉动方面的作用却是最大的一个。

在过去的整个地質歷史中，为陸緣海所占据的面積曾經变动过很多次。通常，在構造不穩定的年代中，地形被強烈地切割，陸緣海占有很小的面積。相反地，在構造穩定的年代中，陸緣海（эпиконтинентальные моря）的面積就都增大了。由此可以得出一个假定：潮水的摩擦作用虽然是在不断地進行，但是摩擦力的大小在各个时期是不相同的。地球的轉动是飛躍式地變緩的——在構造穩定时強烈變緩，在構造不穩定时微弱變緩。

有趣的是，就是在現代，地球的轉动速度也是在飛躍式地改變着；这样的飛躍改變曾發生于 1667、1758、1784、1864 以及 1887 年。这些变化的原因，正如 П. П. 巴里斯基（Парийский）的分析所指出的那样，是可以用地球半徑微小的变化（5.6 公尺）來解釋的。

到現在为止，我們一直是從这样一个假定出發的，就是：地球轉

动的軸在地球体内所占的位置是不变的，因而，兩極的位置也是不变的。然而这样的推断是不正确的。地軸的位置，以及兩極的位置，是在变化着的。这种变化决定于地球上地形的比較微小的变化。而前者变化又反过来影响地形。首先必須注意的是：在現代，兩極也是在变化着的。在兩極的移动、地震以及某些地面單元的季節性地理变化之間，具有一定的联帶关系。

**地軸的位置与地球的地形** 当我们論述到兩極位移的問題时，我們必須注意这个过程的各种推动力在理論上的可能性。

1. 某些学者認為兩極的位移是地球的矽鋁壳沿着矽鎂壳滑动的結果。这样的位移可以說是相对的，因为从地球的基本物質（自矽鎂層表面及更深的地壳起）这一方面說來，兩極的位置是不会改变的。南斯拉夫的地球物理学者米蘭科維奇（Миланкович）曾在第二次世界大战前不久（1934年）描述过这样的兩極位移（矽鋁壳的滑动）。他認為：由于矽鋁層沿着矽鎂層滑动的結果，兩極自太平洋地区移到現代的位置（自古生代时开始移动），它并且还有朝向同一方向移动的趋势，也就是說，还有朝向歐亞大陸行动的趋势。

属于这个观点的另外一种說法就是魏格涅尔的观点。他認為矽鋁層并不是整个地移动的，而是与大陸相当的个别部分的移动。

关于矽鋁層在矽鎂層上有巨大的水平位移的假說，也就是兩極相对位移的假說，根据地球物理学的原理（这个原理我們將在下面談到），是不能使我們贊同的。

2. 与地球体内轉动軸位置的变化相关联的兩極位移可以叫做兩極的絕對位移。这种位移可以和放在地板上的球圍繞着自己的軸作一定時間的轉动这一情况相比較，球的一个極通过球与地板的接触点。如果我們轉弄这个球，使它仍旧轉动，球的支点相应地移动，这时球的内部就会發生旋轉軸的位移。現在我們再進一步注意地球兩極的絕對位移。

位于同一緯度（北緯  $39.8^{\circ}$ ）的6个天文站依照國際間的計劃正在研究兩極位置的現代变化。这些天文站中有一个位于苏联的基塔布（Китаб），有三个位于美國，另外在日本和意大利各有一个。

兩極的現代位移大約在14个月及一年中有兩個時期。對平均位置的偏差不超過  $3/4$  秒，或20公尺（在經度上1秒為31公尺）。

讀者在圖2（據A.Я.奧爾洛夫中可以看到1915—1928年間北極運動的特點。

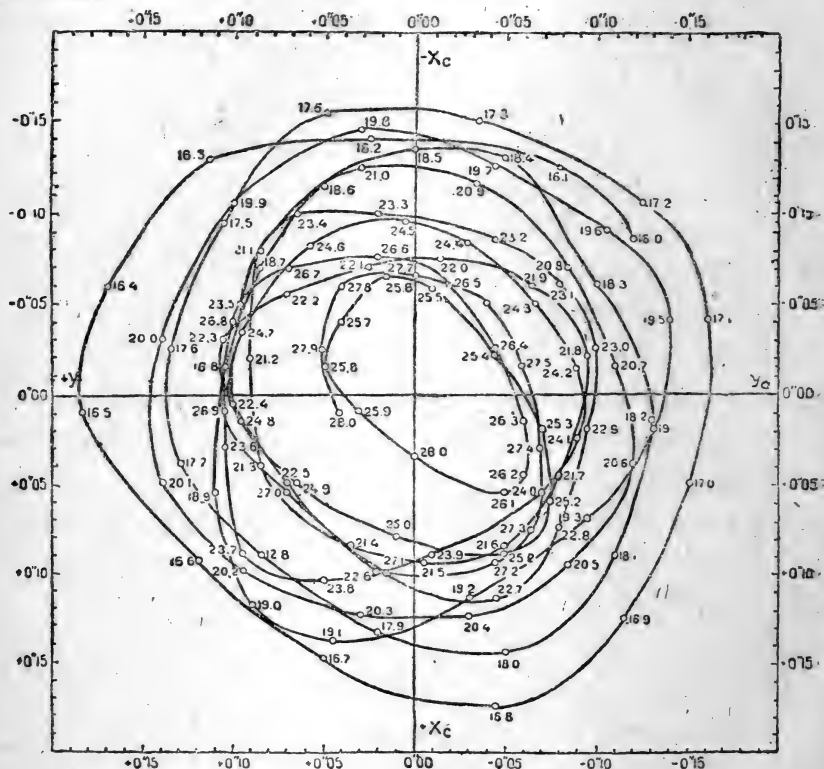


圖 2. 兩極的現代位移（據A.Я.奧爾洛夫）

兩極年位移的原因是純屬地理性的：气压的年变化，以及由于冬半年形成的雪盖而發生的大陸質量的变化。这些現象間的相互联系對我們說來是極值得重視的。我們可以看到：地球運動的一般特征也因地方性的变化而改变。

地軸位置的巨大偏差對地面的影响當會更大一些。然而我們必須說明；兩極位置的巨大变化，譬如說，達几十地理度那樣大的变化，



目前我們還沒有理由去這樣推斷。尤其是，兩極的比較大的位移是與事實不相符合的，不象是真實的。柯本（Кеппен）和魏格涅爾把第四紀初期的北極放在北緯  $70^{\circ}$  西經  $60^{\circ}$  的位置上，並且描繪了他們所認為的自阿拉斯加岸移向現代位置的、一條長長的道路。然而北半球古冰川的分布特性只有在兩極並未移動或者移動得極少的情況下才能理解。問題在於：古冰川的輪廓是與現代氣候情況的特性相符合的，也就是說，它是與兩極及經緯度的現代位置相符合的。

所以，我們可以認為兩極的位置變位是比較小的。

據推算：地中海面升高1公尺可能使兩極也移動1公尺。北美與歐洲的古冰川會使兩極位置移動8公里。山岳的隆起與沉降也反映在兩極的位置上。譬如，假定亞洲為侵蝕作用夷平至海面，則北極可能移動40公里，也就是說，可能移動  $1/3^{\circ}$ 。不言而喻，地理上的變化固然可以影響於兩極的位置，而兩極位置的些微變化也能使地面地形發生很大的改造。這一點從上面所列举的數字對比中可以很容易地看出來。

上面所列举的數字的相关性都是假定的。然而問題並不在於數字，而在於現象的本質。這種本質就是：地形對地球自轉速度的變化和地軸的位置有所反應；相反地，與地面物質分布情況有關的地形變化——甚至於就象雪蓋之堆積那樣細微的變化——也經常反映在地軸與兩極的位置上。

就是這種關係（無論是全面的或者是局部的）使得地貌學者必須去研究地球表面的基本特性。

**地球是地球體** 現在我們可以談談地橢球體的形態。我們已經論述過了由於地球轉動速度的變化與地球旋轉軸位置的變化而引起的地球形態的變化。

接近於地球表面真實形態的是**地球體**（геоид）。

地球體是由重力大小與重力方向所決定的地球表面形態。依照上面所述，決定地球體輪廓的資料是：（1）重力異常的重力測定和（2）鉛垂綫（линии отвеса）的方向。根據這些材料及其他材料，我們就有可能測繪出地球體的輪廓。

關於地球體的觀念是十九世紀70年代李斯廷（Листинг）在學術

界提出來的。李斯廷認為：地球体与橢球体的差異僅在于地球的外部地形，此差額達 500 公尺。我們曉得，从数字方面說來，这个观念是需要加以根本上的修正的。

如我們所看到的，地球体是由任何一点上都与重力方向相垂直的水平面所構成的。所以，地球体的表面反映了物質分布的主要特点，这些物質影响到重力的方向。

可以說：地球体的表面乃是大陸与海洋的綜合表面，也包括構成大陸和海洋的物質。关于地球形态的概念，象球体、橢球体及地球体等是逐渐接近于地球表面的真正形态的，不过地球体这样的概念也只是个近似的概念，地球体的地形也可以叫做地球的積分地形（интегральный рельеф）。有的时候学者認為：由于大陸物質的引力，地球体在大陸地区應該高一些，在海盆地区應該低降一些。然而实际的情况是比較复雜的。一般說來它是这样的。

依照錫尔翁年（Хирвонен）的說法，地球体的最高波，位于大西洋（125公尺）中与太平洋（100公尺）中。所以，在海洋地区地球体

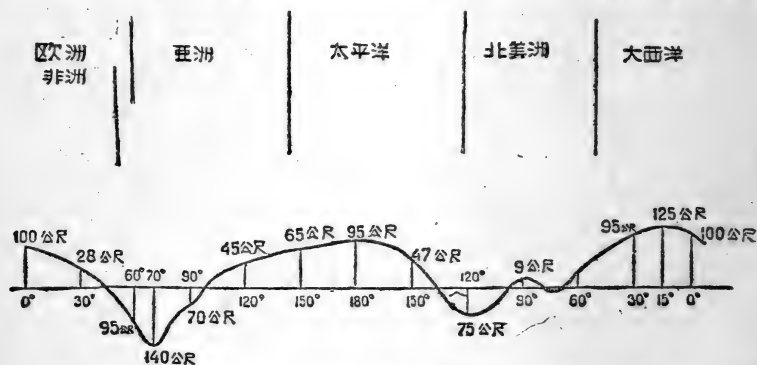


圖 3. 依照錫尔翁年的資料繪出的地球体的赤道剖面  
(据 П.М. 高尔什科夫, 1946年)

是高于橢球体的。在大陸区情况是这样的：西欧地方地球体的高度是正的，不过它的高度向东遞減，自莫斯科所在的經綫起，地球体就低于橢球体了。东經 70 度地方是地球体表面最深的窪地——140公尺。从伊尔庫茨克起，地球体的表面才重新升起到橢球体的表面之上，在太

平洋地区仍旧停留在它的上面。然而在美洲西岸，地球体又沉降到橢球体的下面（达75公尺）。在美洲是地球体的小的負向波形和小的正向波形。

地球体赤道部分的緯綫剖面（圖3）很清楚地說明了这样的情况。

我們可以看到：地球体与橢球体的偏差比起來李斯廷所想象的要小得很多，而且，这些偏差所反映的并不就是地球的真正地形的綜合表面。恰恰相反：对于地球的真正表面來說，地球体的表面只是一个較平滑的表面，我們在將这两个表面对比之后就可以断定：大陸，尤其是山，是較海底“輕”的。这也就是决定地球体正向波形与負向波形的位置与大小的主要原因。它造成了与李斯廷所想象的完全相反的情况。

自然，地球体的形态是發生过变化的，橢球体的形态也是这样。地球体的形态必然因地球内部的物質移动而变化。物質移动是由于最广义的所謂構造生成过程而引起的。我們引用Ф. Н. 克拉索夫斯基的話來說明引起地球体形态發生变化的某些一般原因。

上述地球体的波形在其相切的緯綫剖面上表示出來。这就是經綫波形。此外，我們可以推断还有地球体的緯綫波形。得出緯綫波形的根据是：在高緯度地帶主要是正号的重力異常，而在低緯度地帶主要是負号的重力異常：

緯	度	重力異常 (毫伽利 <sup>①</sup> )
自	至	
+ 30°	+ 40°	+ 28.2
+ 20	+ 30	+ 9.3
+ 10	+ 20	- 2.3
0	+ 10	- 0.9
0	+ 10	- 25.7
- 10	- 20	- 14.4
- 20	- 30	+ 1.7
- 30	- 40	+ 9.9

①伽利 (гал)——这是为紀念伽利略 (Галилео) 而定名的計算重力的單位。

1 伽利 =  $\frac{1 \text{ 公分}}{1 \text{ 秒}^2}$ ，（能使物体在1秒中加速1公分的力量）。

毫伽利 (миллигал) = 0.001 伽利。

这个表的說明是这样的：地球的轉动速度因潮汐的摩擦力而減小，因此橢球體兩極的扁平度也漸減小，而自赤道至兩極的物質分布情形也会有所改變。產生了兩極附近的空間由于被流進來的物質所逐漸飽和(насыщение)的過程。南極附近重力異常的數值較小，可能是由于南半球極半軸(полярная полуось)的長度比北半球的要大的原故。

如果地球體的真實形態，隨着地球轉动速度的遞減而變更，那我們就可以作如下的推斷：

“在漫長的歲月中，地球極軸的長度可能是加大的，而赤道軸的長度是減小的。當然，這些現象是與物質在地殼中的移動及在地殼下各層中的移動相伴而生的。在這些現象發生時，在赤道附近地帶及靠近兩極的地帶，主要是地殼塊的垂直位移；大約在南北緯 $20-50^\circ$ 中間的地帶，則主要是地殼塊的水平位移”(參看克拉索夫斯基原書 238 頁)。

克拉索夫斯基並且更精確地指出了最有利于地殼水平位移的地帶。這個地帶大約位于北緯 $35^\circ 30'$ 的地方，和歐亞緯綫走向的山帶——很多學者所說的地殼“斷裂帶”——相當。

所以，研究地球體的形態可以幫助我們了解地球物理表面(физическая поверхность)的某些基本形態的形成<sup>①</sup>。

## 第五章 地球外形的基本輪廓

地球外形態的基本輪廓可以明顯地分為兩類。我們首先應該把它分為大洋底部的低地和大陸表面的高地。“海洋”和“大陸”是非常客觀的和互相對立的。海陸起伏曲綫表明了這種劃分。然後，我們應該研究大陸地形的基本起伏(或者，幾乎與大陸相同的海底地形的基本起伏)。

依照上述的劃分本章就談談這兩個大的類別。

①地球體的綜合表面是所謂三軸橢圓體(трёхосный эллипсоид)。錫爾翁年認為橢圓體赤道半軸的長度之差約為 $139+22$ 。三軸橢圓體——這是表現力不甚強的概念。它在任何情況下都是和地球的轉动無關的。它的形態和地球體的形態決定于同樣的力。

## 1. 大陸与海洋<sup>①</sup>

現在我們來談在本章中對我們說來是很重要的一个主要問題，這就是：我們在本書第一章中所說过的第一級地形在那里？我們必須指出這些地方，並對它們的形成加以解釋。

我們很自然地會想到，在任何世界地形圖上都很明顯地表現出來的兩個主要類別。這就是大陸与海洋。

在簡單的全球地圖中，大陸与海洋是地球外貌的兩個明顯對照的輪廓。

但是在地貌學上，情況決不是那樣的簡單。海底是由与大陸表面同樣堅硬的岩石圈表面所形成的。地貌學者所感到興趣的正是這種表面。我們应当隨時假想：海水被排除的海盆底部出露的景象。不過在“排除了”海水之後，我們在自然地理圖上所見到的那個明顯的海陸邊界也就被抹消了。呈現在我們面前的地球表面是一個比較單調的圖形，在這幅圖上不明顯地現出高地和低地。如所周知，高度變化的極限為19,675公尺（最高點為海面以上8882公尺，最低點為海面以下10,793公尺）或地球半徑的0.003。

恩格爾英曾用和我們平常描繪大陸表面地形的方法來描繪大西洋海底地形（見圖4）。看到這個略圖之後，我們對於大西洋海底地形与大陸表面地形的差異的感覺就會立刻消失。

如果我們這樣地抹去了海底地形与大陸表面地形的差異，那麼就有更多根據來揭示海岸綫——零值等高綫（具有地貌學意義的界綫）。這個界綫是有時間性的，主要的是：它的位置是在不同原因的影響之下而改變的，這些原因有的是和堅硬地殼表面的發展有關（按照А.П.巴甫洛夫的話就是地動的原因〔геократические причины〕），也有的与它無關（或者叫做水動的原因〔гидрократические причины〕）。如果我們假定世界上的海水體積不變的話（В.И.維爾納茨基曾這樣想過）那麼海面就必然是在世界海洋容量變化的影響下而變動的，而海洋容

<sup>①</sup>為了簡潔起見，以後我擬以“海洋”一詞來代替“海底”与“海底表面的地形”等。



圖 4. 大西洋海底的地形 (据恩格尔英)

量决定于由地壳运动而形成的地形。世界海洋的水准面在地形強烈割切的时候（在地表面發展的地动力的階段中），應該是降低的。因为在这个时期，海盆的深度加大了，因而海盆的容量增大了。与此相反，在地球表面比較均夷的时候，海盆的深度与容量減小了。随着海盆容量的变化，世界海洋的海岸綫輪廓也因此而升降，海陸的界綫也不斷地發生变化。因此現代的自然地理圖不能給我們一种正确的、关于地形的兩個基本类别（“高的”和“低的”）——大陸与海洋的分布情况的概念。

在地貌学的文献中，这个簡單的情况敘述得很不清楚。我們引用阿尔布列席特·彭克在其所著的“地球表面形态学”一書（卷1, 95, 167, 190頁）中所說的話作为例子。

在对比大陸与海洋的时候，彭克首先沒有提到它們的構造差異，也就是地貌成因的差異。他只談到在海陸中間可以看到很大的“細節方面的对立”（？——馬尔科夫）。但是他已經知道：“毫無疑問，在海面下，應該有比大陸面下更堅硬的物質存在”。“地球表面的基本輪廓与处于地面之下的地壳物質的密度有着內在的依存关系”——在另一处他正确地指出了这点。

但是，彭克在獲得这个正确的結論之后，他又作出一个不正确的、关于古生代以來海陸永恒不变（永恒性）的結論。

照这样說來，作为地貌学的兩個基本类别——海洋与大陸是不是存在呢？換句話說，作为基本的形态成因的（地貌的）对立物——高的和低的階梯是不是存在呢？

這個問題可以从兩方面來說：（1）在地形測量（測高）方面的大陸和海洋，（2）地貌类别的大陸和海洋。

**地形測量方面的大陸和海洋** 大陸和海洋是地球表面的兩個基本类型。要了解它們的地貌特征，必須从地形測量方面來說明整个地球表面的特征。

这样的評述包括：計算处于不同高度的地区的面積，然后繪制海陸起伏曲綫。最新的統計是，科辛納所作的。

根据他所作的統計我們得到下列的資料：



地球表面的总面积 .....	510,100,000平方公里
全世界海洋的面积 .....	361,160,000平方公里 或地球面积的70.8%
全世界陆地的面积 .....	148,940,000平方公里 或地球面积的29.2%
陆地面积与海洋面积之比 .....	1:2.43

然而，上列数字所表现的，只是自然地理的特征，而不是地球表面的特征。尤其是最后一列数字所表现的只是“今日”的情况。它只有间接的、历史地貌学的及古地理学的意义，因为它只是反映地球表面过去历史的结果。这个比例在一定的期限内就要改变。

地形高度的分布情况如下表所示：

#### 地形的阶梯

1. 山（不论它们的地形如何，高度在1000公尺以上者）——42,000,000平方公里。
2. 高而平的地面——约30,000,000平方公里或地球面积的6%。
3. 大陆台地（绝对高度+1000公尺——-200公尺）——137,000,000平方公里或地球面积的26.8%。
4. 其中海岸浅滩——27,000,000平方公里，或地球面积的5.4%。
5. 除去山地地形以外的大陆台地——95,000,000平方公里或地球面积的19%。
6. 大陆坡（自-200公尺至-2430公尺）——39,000,000平方公里。
7. 深水海底（至-5750公尺）——284,000,000平方公里或地球面积的55.7%。
8. 深水海盆（深度6750公尺）——11,000,000平方公里或地球面积的2.2%。

从上列数字中我们可以看到，80%的地形属于比较平的地方，如海底、不高的陆地平原和陆缘平原以及高的均夷面。这些数字（见表）是55.7%，19%和6%，其总数约为地球面积的80%。我们把这三种表面称之为三个主要地貌阶梯；陆地平原的面积很小；陡坡地形——占全部地表面的20%。

在三个主要地貌阶梯中，我们首先从低的和中的阶梯谈起。这就是世界海洋的海底（个别的深海盆除外）与陆地平原+海岸浅滩。低

的階梯的面積為中的階梯的3倍。但是中的地貌階梯几乎占了大陸台地面積的64%。这个階梯是現代大陸的基礎。

除去地貌階梯的面積以外，它們的高度對於我們來說也是很重要的。如所週知，全世界海洋的平均深度為3800公尺，而陸地的平均高度為+ 875公尺。所以，這兩個低的地貌階梯之間的高差達4600公尺（實際上要較此數字稍小，因為這要除去山和深海盆）。不過這兩階梯所占的最大面積區是在高度為+ 100公尺及- 4700公尺的地方，所以上列數字還是多算一些好，算做4800公尺。

如上所述，地球表面的75%為高差在4800公尺的兩個地貌階梯所占有。其中低的階梯就是世界海洋的海底，比較高的階梯就是大陸的表面，在這一部分里我們加算了海岸淺灘的面積，扣除了陸地高處的面積。

海陸起伏曲綫明顯地概括了它們的對比關係（圖5）。

所以，在地貌學方面，或者更準確一些說——在測高學方面，

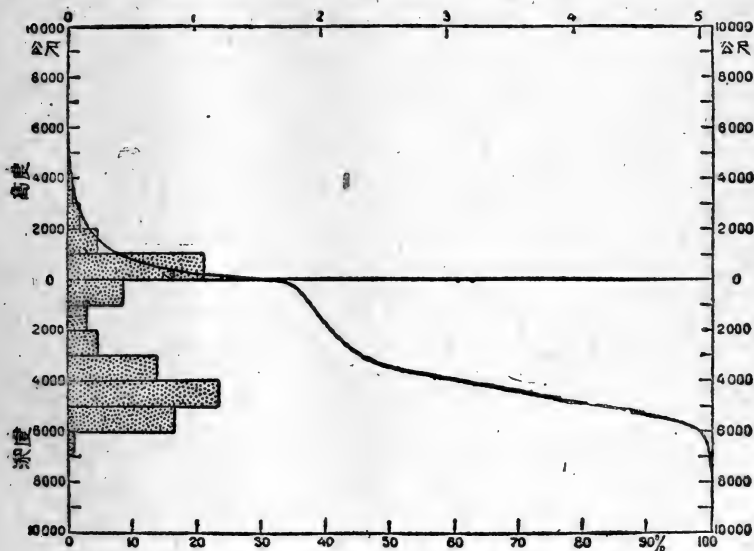


圖5. 海陸起伏曲綫圖（據科辛納）

上側的數字表示地球表面的面積（每格為一億平方公里）；下側的數字為百分比。

左側數字為高度的及深度的階梯（每格為1000公尺）

“大陸”與“海洋”的概念是完全有根據的。

這兩個階梯在成因的原理方面、地貌學的內容方面是不是也有區別呢？

地貌學上的大陸與海洋 “海洋”與“大陸”為地殼上主要的、高度上的對立現象。地球面積的55.7%及19%形成了這兩種低的地貌階梯其高差為4,800公尺。在高度方面這兩個階梯明顯地被划分開來，可是它們在形態與發生上的對立又是什么呢？

有一些學者企圖從偏激的立場來解釋海洋與大陸的生成問題，這就是所謂正統派的立場，他們只看到差異之點，而未提到相同之處。他們也極重視海洋與陸地在構造上的極大的對立性及海陸演變的對立過程。這個觀點得出了看起來好似合乎邏輯的結論：即“永恒性”的觀念——認為兩個本質上完全互不同的、相互對立的大陸與海洋是永恒不變的。

休斯早就有過這個概念，但是他對於我們現在所談到的問題並沒有抱著同樣的偏激的態度。不過休斯也是把大陸與海洋對立起來看待的。

休斯寫道：“地球收縮（sinkt ein）；海也隨之收縮”。地殼隨着收縮的地心表面而下沉。在大洋與海盆地區內，下沉的規模最大，在這個意義上，海洋與大陸是對立的。海盆的地形與大陸的地形不同。所以兩者的生活也不同。

二十世紀中德國的地質學者更激烈地發展了這個觀點，雖然他們以休斯的觀念為基礎，把地球分為輕質的矽鋁殼與重質的矽鎂殼。大家知道，這個概念對於魏格納爾的觀點有多么大的影響，他認為：大陸是漂浮在重的物質之上的輕的物塊，並且微微突出於質量較重的物質的表面之上。據此，我們不僅可以解釋地球表面垂直分異為兩個水準面的現象，並且可以說明現代的地形圖；因為矽鋁層與墊在它下面的矽鎂層的差異是大陸水平運動的前提，這種運動形成了地球表面的現代景象。

魏格納爾的追隨者施陶布稍加改變地發表了同樣的觀點，他着重地指出：構成太平洋海底的、沉重的玄武岩殼有極大的穩定性。依照

施陶布的意見，太平洋海底的堅硬性使得地球上緯綫走向的山地不得不偏向于子午綫的方向，從兩方面圍繞着太平洋地塊的邊緣。這樣就形成了巨大的科迪勒拉山系與圍繞太平洋地塊的西部山系。這些山系的位置繪出了這個地塊的邊緣。

海洋與大陸，亦即“低”和“高”的這種對立性是在什麼時候形成的呢？它是在地球冷卻的過程中，由於地球物質的分異作用而形成的，不過只是在矽鋁層不復完整的時候才在形態上表現出來，因為這時墊在矽鋁層下的玄武岩殼的表面可能在很多的地方突出於地表面。玄武岩殼的突出，需要有一種震動力（толчок）把矽鋁層自地球上分裂出來。許多人都認為：月球就是由於這種震動力而從地球的太平洋地區分裂出來的（如皮克林、魏格涅爾、施陶布、維爾納茨基、布勃諾夫等），這一現象發生於地質年代之前的、地球表面形成的階段。所以，大陸與海洋之間的矛盾在地質年代之前就開始存在了。В.И.維爾納茨基曾經很清楚地指出這種構造地質上的與歷史上的對立性。В.И.維爾納茨基在其所著的“地殼礦物史”中說道：

“依照目前所能的推斷，太平洋海盆中的主要部分從古生代開始時就已存在了，或者還要更早些。海洋可能是在整個地質年代中一直存在着的”（見原書第41頁）。

推斷地球面貌主要特性的正確途徑是怎樣的呢？

我們需要把關於地殼表面構造的概念更精確地談一談。地球硬殼的厚度可以確定為30—60公里。這是比較輕的花崗岩地殼，也就是休斯所說的“矽鋁”殼，它的上部是很複雜的，主要是因為有沉積層（成層岩石圈）；而較深的層，就是變質岩與火成岩層，它們大多成為巨大的花崗岩凸出體——“岩基”的形態。

關於地震波分布的研究使我們確信：通常在地表面以下六十公里的深處，地震波的分布情況發生顯著變化。這就是一個界綫，界綫以下分布着玄武岩（橄欖岩）殼，也就是休斯所說的“矽鎂”層。矽鎂層的性質至1200公里\*深處仍繼續不變，所以，這一部分地殼的厚度是很

\* 原書上這几處都是公尺，經向原著者了解，實際應為公里，故作此譯——審訂者註。

大的。在1200公里以下的深处又看到激烈的突变，开始了第三帶，这就是沉重的岩漿岩。最后，在2900公里左右的深处又發現新的突变，这就是地心的外界。

不要認為地球上層的兩個外壳彼此具有迥然不同的物理上的差異。相反的，它們是过着同样的“生活”的。玄武岩橄欖岩圈(геосфера)的物質潛入到花崗岩圈之中。地震的研究說明，震源不僅分布于花崗岩圈之中，也分布在更深的地方，在地面以下700—800公里的深处，也就是說，大約达到玄武岩圈的下部(沙茨基、科別尔)。所以我們不僅要看到它們之間的差異，也要看到它們的相同之点。科別尔主張把上面的兩種地圈統一地称为構造圈(тектоносфера)，因为整个地面以下1200公里以內的一層都是处在地壳構造运动的过程之中。

不言而喻，構造圈的概念主要是从多次觀察地震震源分布深度的事实出發，是与那些把地球外層明顯地分为不同的“矽鋁”層与“矽鎂”層的企圖相反的。

這兩個外壳不僅在垂直的方面具有許多共同之点。而且在它們分布的地区中，在水平的方面也看不到如魏格涅尔所想象的那樣完整的斷裂。

地球上的花崗岩壳不僅存在于大陸上并且延展到海洋的底部。花崗岩壳有着广大的分布区，尤其是在太平洋的海底。海底構造与大陸構造的差異决不是一般所想象的那樣明顯地表現出來的。我們的地球物理学家B.Φ.邦奇科夫斯基提出了地球上花崗岩壳厚度的估計数字。这些数字是以地震波分布的研究为基础而得來的。

由下表可以看到：地球的花崗岩壳是繼續伸展到海洋盆地的。不过它在这里比大陸的花崗岩壳要薄一些(8—18公里)。說到大陸的花崗岩壳，就使我們注意到：山地的花崗岩壳有很大的厚度(天山——84公里)。由于下表中有很多地方的数字不是依照地質構造与地貌單位而得出的，所以其中有些数字是不夠完备的(如北美、西欧、亞洲)。

如上所述，地震波分布的研究使我們确信：海洋与大陸在構造上是有区别的，虽然它們間的差異很輕微。

地 区	地壳厚度(公里)
欧洲(西部)	26
欧洲(自普尔科夫斯克所在的經綫至斯維 尔德洛夫斯克所在的經綫)	29
高加索(自格罗茲內至耶列凡)	50
亞洲(自伊尔庫茨克至海參威)	24
亞洲(自伊尔庫茨克至斯維尔德洛夫斯克)	26
天山	84
中國南部, 印度支那	65
北美(中部)	30
大西洋	16
太平洋(北部)	8
太平洋(南部)	18
北冰洋	18

至于重力異常的分布, 則在海洋地区通常是正号。使我們感到有些重力过剩的現象(見圖6)

不錯, 这个規律是不均衡的, 同样在大陸上也是不均衡的。这一



圖 6. 地球表面各部分的地壳厚度

圖中數字表示地壳的厚度, 其單位为公里(据邦奇科夫斯基)

点曾为科別尔所指出, 他說: “無論是在大陸上, 或者是在海洋上, 鐘擺的擺动都是完全沒有差異的”(見原書第458頁)。他又說“大陸和海洋具有同样的地壳構造运动, 并且几乎是由同一的物質組成的”(見

原書第 456, 72 頁)。

然而差異总是有的。海洋下面的地壳比較薄一些，重一些。大陸与海洋的地壳的比重之差約为 0.05 (不是 0.30, 象很多人所想象的那样)。依照科别尔的估計，玄武岩“床”的上界在大陸上位于地面下 40 公里的深处，而在海洋下的玄武岩層則位于距海底 20 公里的深处。这些数字和邦奇科夫斯基的数字很相近。在海洋下面花崗岩層的厚度很小为凸出的玄武岩層所补偿。

顧天别尔格曾企圖确定海洋与大陸的岩石圈的比重，他提出了下列的数字：

大 陸		海 洋	
北 美	2,782	大 西 洋	2,888
南 美	2,783	太 平 洋	3,087
德 國	2,814	整个地壳的平均比重	2,792
瑞士和提罗尔	2,784		
安第斯山脉	2,752		

自然，这些数字是以已确定出来的不完备的数字为基础的。这些数字表明：“大陸”与“海洋”岩石圈的密度差異是不大的。我們应把这些数字与后述的意见对比一下。在确定地壳的平均密度时，应该注意到“海洋岩石圈”上層的平均密度（差不多等于 1）。这就是世界海洋中的海水。鐘擺的擺动受到分布于地壳上部的物質的最大影响。然而坚硬的地壳的物質是与進行測定重力大小的海洋水准面相距很远的，平均垂直向下有 3,800 公尺。所以，如果鐘擺的擺动記錄着海洋盆地的重力过剩，那么这应该是由于重物質的大大过剩，而这些重物質能够补偿最上層——海洋壳——物質的不足。所以，海洋下面的地壳密度应该比上列数字要大。

既然海洋下面的岩石圈較大陸上的岩石圈要重，因此就会得出海洋下的岩石圈与大陸上的岩石圈均衡补偿的观念。海洋所以較低，因为其質重，大陸所以較高，因为其質輕。在談到这种补偿作用的时候，必須估計到世界海洋本身的重量。如果研究大洋底部的水平位置，我



們可以想象地把海水除開不談，則世界海洋的體積約為大陸體積（零度等深綫以上的）的11倍，因而，海洋的重量為大陸的4倍。巨大的海水柱（平均厚度為3800公尺）擠壓着海底，如同冰川時期冰川擠壓大陸一樣。不言而喻，海水的負荷應該是海底下沉與低地貌階梯形成的附加因素。

最後還要提一下大地均衡運動所受到的、地殼各地段內聚力（сила сцепления）的阻礙作用。這種力量對於橫斷面不大的垂直稜形體說來尤其是阻礙。不過這種垂直稜形體的橫斷面面積越大則作用於基底面積之上的力量也越大。因為基底面積的數量比這個面積的周邊增長得更快一些，所以，依照稜形體的面積的增長程度，大地均衡的夷平作用就會獲得一定的優勢。

研究大面積的地區，如整個的海洋與大陸時，應當注意這一點。

博列爾認為：當地殼地段的橫徑在300公里以上時，大地均衡運動都可能發生；而另一些學者則認為這些地段的臨界面積還要小一些（40—80—160公里）。

如上所述，地球表面兩個基本地貌階梯成因的第一種可能的解釋就是使地殼較輕地段升高於較重地段的大地均衡運動，就象大地均衡假說創始人之一的普拉特所說的那樣。

因此，為了說明兩個低的地貌水準面的成因，我們就不得不談談大地均衡現象。

科別爾把因重力作用而生的地殼構造運動叫做重力構造作用（гравитационный тектогенез）。

根據這點我們也可以談談重力（內力）形態作用（гравитационный морфогенез）。

**大地均衡因素在地貌學上的意義** 早在均衡<sup>①</sup>學說的兩個奠基人——埃里和普拉特——的概念中，就已經非常明顯地表現出來了。

埃里和普拉特兩人同自1855年起於倫敦皇家學會所主辦的“哲學

① Иостазия——原文為希臘文，意為均衡狀態。迭唐曾於1878年力述均衡作用與地球體形狀的關係時說：在萬有引力的影響下，地球均衡體的形成作用我主張把它叫做均衡作用。

記錄”(Philosophical Transaction)上發表自己的觀點。他們的觀點是根據在印度所進行的大地測量的研究工作而形成的，雖然兩者對於均衡學說的理解互不相同，但是他們都是均衡說的創始人。為了使地貌學者明瞭他們觀點的趨向，我們可以權宜地把埃里的觀念叫做地貌學的，把普拉特的觀念叫做地質學的。

埃里的觀念大致為：山所以凸出于低地表面之上，乃是因為它們從下面受到山根的支持。“山根”的地形依照山的地形而轉移，而反之也如是，即山的地形也依照山根的地形為轉移。埃里於1855年以下面的話表示了自己的觀點，他說：

“我認為：除去輕地殼的下部突入於較密實的熔岩內的原因以外，山與大高原(плоскогорье)沒有其他的依靠……我揣想：位於熔岩上的地殼就好像漂浮在水上的木筏，當我們看到木筏中有一根木頭的上部浮起在其他木頭之上，我們就可以斷定它的下部一定較其他的木頭更深地沒入水中”。

普拉特認為，地形的起伏系因地殼不同地段的密度不同所致。山地之上升並不是因為在它的下面生了根，而是因為構成它的物質較輕。同樣地，地殼的一般上升區(大陸)是由比較那些大沉降區(海洋盆地的底部)更輕的岩石所組成的。

普拉特用下面的話來說明自己的理論：

“表現為山、平原與海底的地面上升與沉降的差異，系因物質自液態或半液態固結時物質收縮的不均衡而產生。所以在山與平原以下低於海面的地方，發生了物質不足的現象，其數量大約與海面下的質量相等，而在海下則有物質過剩的現象，其數量大約等於海洋(海水)與岩石相比時所不足的質量”。

由此可見，依照埃里的觀點，是密度相同的大陸塊漂浮於半液態的岩漿中，因為大陸愈高的部分愈深入地伸入於岩漿中。依照普拉特的觀點，則是密度不同的陸塊漂浮於岩漿中，因此它們具有不同的高度。較輕的陸塊，其表面升高於較重陸塊之上。因此，在解釋山嶺的存在時，依照埃里的觀點，我們可以說：山嶺之所以存在於地表面之上，乃是因為它受到壓入岩漿之內的山根所支持。而依照普拉特的觀點，山嶺之所以存在，乃是因為構成它的岩石比較輕，在以同等的深度沉入岩漿中時，質輕的岩塊就上升得比較高一些。

很容易相信：這兩個說法是具有許多共同之点的——它們都是根據同樣的假定出發的，這個假定就是地殼的各個部分處於均衡狀態，漂浮於下墊的岩漿層之上，它們也有一部分壓入岩漿層中。依照阿基米德原理地殼的地段受到沉入於岩漿中的物體的承壓力所支持。因此，根據這兩個觀點，明顯的地形就是大地均衡作用的結果，地形升降可以用稜形體的重量不同來解釋，不同的重量決定於：（1）它們厚度的不同（埃里）或（2）它們密度的不同（普拉特）。

這兩種理論可以用后面的圖來說明（圖7）。

我們看到，均衡說是與地貌學有着最密切的關係的，因為它是力求解釋地面起伏的成因的。



圖7. 普拉特（左）與埃里（右）的地球地形與均衡因素之關係

但是，在地表面上有時候可以斷定重力大於正常重力，有時候可以斷定重力小於正常重力（和補償了的地殼相一致的重力）。這是非常確切的事實，無論主張均衡學說的學者或是反對這個學說的學者都承認這個事實。不過前者認為：重力異常乃是暫時的現象，因為地殼是“活著的”，在地殼中發生着物質的移動，可能在一個地方發生重力過剩，在另一個地方發生重力不足的現象，這種現象逐漸由大地均衡作用的上升與下降所補償（由於岩漿的粘結性，地殼的內聚力等不能立刻補償）。堅持這種觀點的主要是德國的地球物理學者——博恩、科斯馬特。他們以斯堪的納維亞半島與阿爾卑斯山為例子，關於這些例子我在下面還要提到。

A.Д.阿爾漢格爾斯基反對上述的觀點。他不否認地殼有均衡作用的趨勢，但他認為：由於地殼的內聚力，均衡作用並不是經常可以實現的，內聚力往往是均衡作用所不能克服的。阿爾漢格爾斯基力稱：在重力分布情況中，偏差之存在可以用另外一個方法來解釋，這就是

地壳上部物質的密度不同。当然，如果在地壳上部分布着重重的深成岩，譬如象烏拉尔山那样，那么这种现象是会促使地壳下沉的；反之，如果在一个地区內主要是質輕的物質，那就会促使地壳上升。但是問題在于：地壳上部的重物質在深处可能为輕物質所替代；相反地，在地壳上部的輕物質在其深处可能为重物質所替代。所以地壳的平均密度可能与其上部的密度不符。最好的例子就是海洋盆地。它們为海水所充滿，也就是說，海水是比較輕的“岩石”，但是在海洋盆底下的地壳深处則与此相反，是由密度較高的岩石構成的。所以，反映地壳上層密度分布的重力異常，不能表示厚达許多公里的整个地壳稜形体的总重量；因而，它們也不能表示深处的压力大小及整个地壳的均衡条件。

我們不得不否認：地面重力異常与均衡作用之間只具有一种簡單的关系。即使我們能夠确定出地壳垂直稜形体的总密度，我們也不能根据它來断定这个重力異常將由均衡上升或下降來平衡。因为它还要受地壳內聚力的影响，这种內聚力是均衡作用所不能克服的。

如果均衡作用与地形的增長和夷平之間的关系并不明顯，这只是說，我們应当更加注意地研究它。

地貌学者所以和地質学者一样，非常注意均衡現象与地面重力異常的分布情况，其原因就在于此。

**重力異常在地貌学上的意义** 为了明确重力異常这个概念在地貌学上的意义，我們必須把“重力異常”这个概念加以具体的說明。

地球表面上任何一点的重力是在研究过这个地方的鐘擺的擺动并將这种擺动情况与基点站的鐘擺（同一長度的）擺动互相比較之后定出來的。过去牛頓就曾这样地做过，他确定了开云地方的鐘擺擺动与巴黎的鐘擺擺动之間的偏差。

假定基点站的鐘擺振动周期为  $T$ ；振动周期的大小是决定于基点站的重力大小的，而后者的大小也就是重力加速度的大小，我們称它为  $g_1$ 。

再將我們所研究地点的相应的数值定为  $T_2$  和  $g_2$ 。

重力越大則鐘擺擺动得越快，也就是說：它的重力加速度也越大。換句話說，鐘擺擺动的周期是和重力加速度的大小成反比的。它們

中間更精确的相互关系是，重力加速度与振动周期的平方成反比：

$$g_1 : g_2 = \frac{1}{T_1^2} : \frac{1}{T_2^2}$$

在这个公式中，對我們說來比較重要的就是这一个地点的重力加速度的大小，或者說，就是  $g_2$ 。它的数值可以从上面的公式中得出。在这个公式里几个基本数字都是已知的。因为重力加速度的大小是随着重力的大小而定的，所以确定了  $g_2$  以后，我們就可以决定这一个地点的重力大小。那么，这个数字的大小与地形有多大的关系呢？这就是地貌学者所注意的問題了。由這個問題又發生了第二個問題：重力的数值在什么程度內可以把地形發展的趨勢“提示”給我們。我們已經指出，德國的地球物理学者認為这样的預報是可能的，他們認為：重力異常表明了本地区內並沒有發生均衡补偿，而地壳是力求均衡的，所以重力異常可能有逐漸消除的趨勢。因此，重力異常為負号的地点可能会逐漸上升，地形會逐漸“增長”，而在重力異常為正号的地点可能会逐漸下降。我也曾提到过，阿尔漢格爾斯基在不否認地壳力求均衡的同时曾經着重地指出：在地表面所見到的重力異常也決定于另外一種現象——地壳表層物質的密度。

由上可見，問題是复雜的，并且，它的地貌意义也並沒有充分地說明。为了更确切地分析它，必須分析地研究它。首先就要分析“重力異常”这个概念。

一个地方的重力大小決定于鐘擺擺动地点超越于相鄰地方的相对

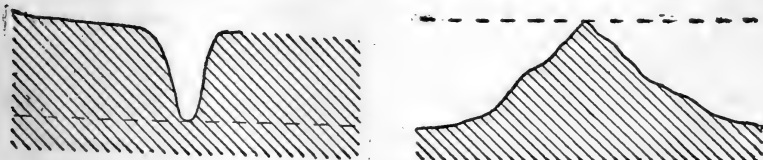


圖 8. 地形中各点的重力大小与相对高度之間的关系

右—高山；左—谷底

高度。假定这个点位于山頂上，那么重力就会比位于同一高度的平原小一些，因为那些圍繞着單獨的山頂的物質是“不足”的（圖 8）。同

样的现象在位于深谷的地点也会发生，不过这又是由于另外一种原因了。位于该点水平以上的物质可能对这一点起吸引力的作用，这种吸引力的作用是向上的，也就是说，和重力的方向相反。概括地说来，我们可以说：地形的不平会使重力减低，为了除掉这些不平度所发生的影响，应对重力的数值加以正号的修正，这种修正称为地形修正。经过这种修正后的重力称为  $g_0$ 。地形的修正只考虑到一个地点周围高度的相对变化。但是，除此以外，一个地点的绝对高度，也就是说，与地心的距离，也是对于重力有关系的。可以双重地进行相应的修正。

从一方面来说，可以把我们的地点算做海面（更精确一些说——算做地球体的面）而计算出修正数来。不过在这样计算的时候，海面以上的物质并没有被扣除，而是被继续“保留”。它们好象被挤压到海面，成为很薄很薄的薄板（图9）。很显然，这样算出来的修正数可能是正数的（如果所选的地点是在海面以上的），因为这个修正数

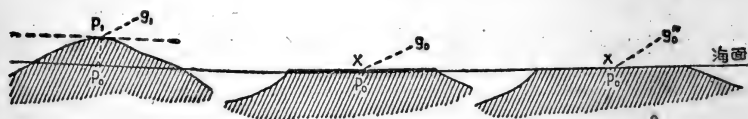


图 9. 地形中各点的重力大小与绝对高度之间的关系。自由空间修正

是决定于一个地点与地心距离的邻近程度的，并没有减掉过去对重力大小起正作用的那些物质的吸引力数值。所以这个修正数可能是正数的。

但是也可以从另外一方面来研究这个问题，这就是：和上面一样，把一个地点算做海面，除掉位于海面上那些物质的吸引力数值。很显然，这个修正数可能是负数的，因为我们已经除掉了那些物质的影响，而这些物质的吸引力我们原来是估计到的。这种修正法被称为自由空间修正（поправка в свободном воздухе）。

算上这些修正数以后，我们就可以获得海面  $g_0$  及  $g_0''$  的重力加速度的数值。在这两个数值中，前者往往大于后者。现在我们就可以断定，得出来的重力数值比起在理论上计算出来的、以符号  $\gamma$  表示的球体面的重力数值来是偏向于什么方向，也就是说，我们可以断定

$g_0 - V$  及  $g_0'' - V$  的数值。这些差数就是对理論数值  $V$  的重力偏差或重力異常。可以看到，我們可以划分出兩種不同的重力異常，这就是：

$$\Delta g = g_0 - V$$

$$\Delta g' = g_0'' - V$$

前一类的全重力異常被称为全重力異常；第二类的全重力異常簡單地被称为重力異常或布格異常（аномалия Буге）。

現在我們仔細地考慮一下这两种異常在地貌学上的涵义。

全重力異常考慮到海面上地形的影响（自然，地形的影响是通过構成这个地形并且影响于重力的那些物質而發生出來的。因此，这种重力異常对于我們——地貌学者——說來是更合用的。譬如，如果我們說，高加索山上的全重力異常是正数的話，我們可以很容易地想到，这是形成了高加索山隆起的大量多余物質对于重力起了作用的結果。

反之，我們可以說，布格重力異常从地貌学的研究目的來說是非常不重要的，因为在它的定义中“拋棄”了地形。不过实际上决不是如此的。我們在“拋棄”了高地形的影响，同时也更清楚地想到了海面下的物質分布情况，譬如，在高加索山的“下面”。而深处的物質分布情况会提示我們在地壳某个地段中地貌發育的远景。

現在仍以高加索为例子。在山区以外，全重力異常是正数的，而布格異常是負数的。这說明了高加索山下面的地壳是不怎么緻密的。由此可以得出一个結論，就是山下物質的不足是由于山嶺的上升而引起的。因此，山嶺下的重力的这种情况可能表現着山嶺上升發展階段的特征。

地貌学的結論就是如此。

不过我們必須用具体的例子來充实我們的概念——为地貌学的目的而研究重力的概念。

实例 我們首先比較一下山嶺的全重力異常，也就是說，那些物質过剩的地形类型的全重力異常。我們都知道，全重力異常估計到这样的物質过剩。我們看到了什么呢？“毫无例外地，所有山地的特点都是物質过剩”——А.Д. 阿尔漢格爾斯基院士在他的著作中說。特別是，在阿尔卑斯，德國中部山脉及高加索山上



全重力異常都是正号的。譬如，阿尔漠格尔斯基及菲甸斯基所繪制的东部高加索重力測量圖可以做为例子（圖10）。山嶺东部具有大的、正号的重力異常，庫林低地与里海地区具有負号的重力異常。在欧洲平原，具有正号重力異常的有亞速

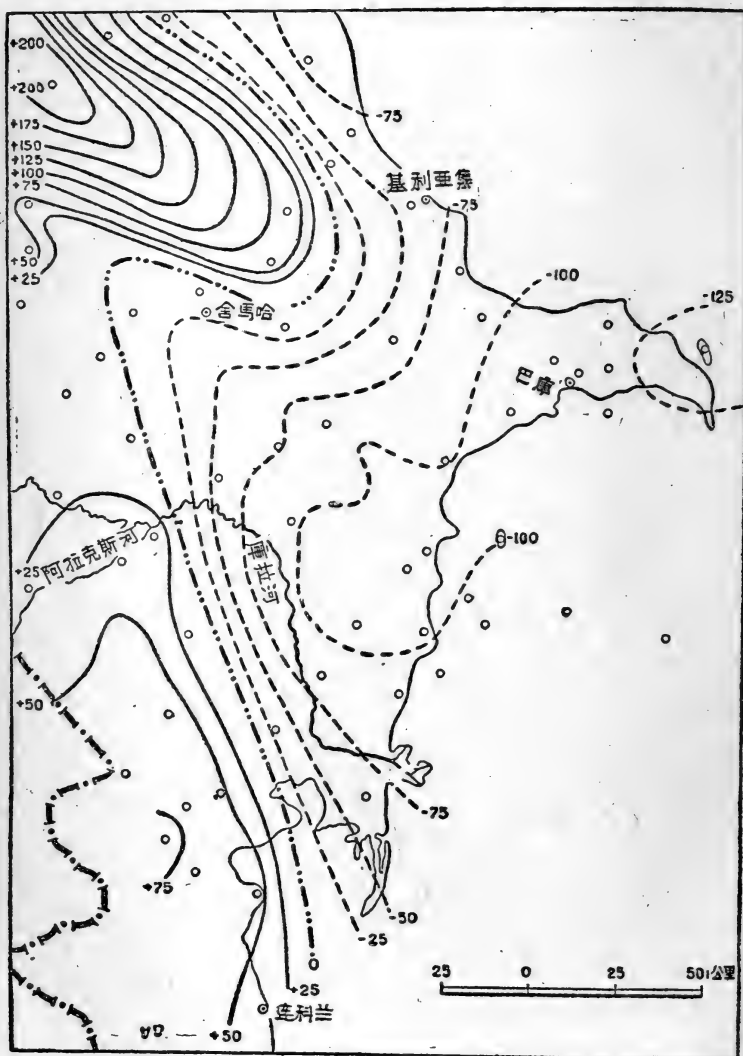


圖 10. 东高加索的重力測定圖（据阿尔漠格尔斯基及菲甸斯基）

夫-波多尔及沃龍涅什結晶地塊，此外還有高地地區、頓涅茲高地、沃林諾高地以及中俄高地南部。在烏拉爾，大部地域也都是正號的全重力異常。就象 A. Д. 阿尔漢格爾斯基所說的，烏拉爾地形是比較平穩的，這就使我們能夠比較深入地研究：這個在地貌學方面說來較為單純的山地，它的重力數值的變化是因為什麼而引起的。這樣的比較細緻的分析使我們能夠更好地理解現象的本質。

“在百萬分之一的地質圖上畫出了已經測定過重力加速度的地點，我們可以很容易地看到，——阿尔漢格爾斯基寫道，——重力異常與山嶺的地質構造有一定的關係。由變化不多的古生代岩石構成的烏拉爾山西坡以及前寒武紀結晶頁岩地帶，重力異常大都都不超過25①。

在較東的地方，在綠石岩及輝長橄欖岩侵入體的地區，重力偏度就增加得很厲害，他們不僅超過50mgal，並且有時候在輝長橄欖岩地塊中達于106——112 mgal。在綠石岩帶以東，在烏拉爾東坡花崗岩侵入體露頭地區及古生代岩石錯動得很複雜的地方，重力異常數值又遽然減低，呈負號”（見第46頁）。

從這些話里可以得出一個重要的、精確的結論：升起到海面以上的山嶺造成了正號的重力異常現象，構成它的岩石愈重，它所造成的重力偏度也就愈大。自然，這用不着多加補充說明，只根據上述的道理就可以明瞭。因此，在烏拉爾山沉重的、基性輝長橄欖岩造成了最大的正的偏度，較小的正的偏度位於結晶片岩與花崗岩地區。

Б. А. 安德列夫研究過波羅的結晶地盾的東部地區，確定了重力異常的數值與構成高地的物質之間的這種關係。

整個的波羅的地盾的東部地區超越于海面及東歐平原之上。在這方面它可以和其他高地比較。它和其他高地一樣，具有正號的全重力異常，後者明顯地隨着構成它的岩石的密度而變化。阿尔漢格爾斯基已經指出：為年青的及尚未變得怎麼緊密的更長環斑花崗岩侵入體所占有的地域甚至具有負號的重力異常。

Б. А. 安德列夫着重地指出幾個剖面中的重力異常與岩石密度之間的密切關聯性（圖11）。在他所舉的剖面中指出了地質剖面、岩石密度及重力異常的曲綫。我們可以看到：岩石密度的曲綫與重力異常的步調是一致的。重力異常曲綫最低的地方是在更長環斑花崗岩地區，而最高的地方是在變得非常緊密的太古代花崗片麻岩。更長環斑花崗岩的密度是2.62，花崗片麻岩的密度達2.68。在這方面，作者還着重地指出，在這個升得不高（0—200公尺）的地區，其地形的影響和山岳地區的地形的影響比較起來是“極少”差異的。

①就是25毫伽利（миллигал—mgal）——馬爾科夫。

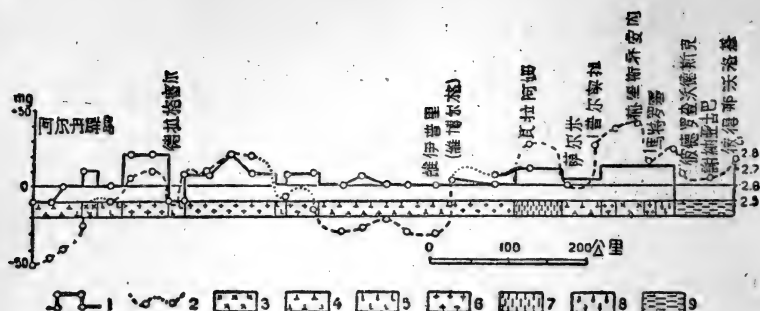


圖 11. 芬蘭及卡累利阿岩石的密度特点与重力特点

- 1—岩石密度曲线；2— $\Delta g$ 曲线；3—太古代花崗岩-片麻岩；4—更老环斑花崗岩；  
5—混合岩；6—巴特尼期后的花崗岩；7—輝綠岩；8—石英岩及砂岩；9—白云  
岩及石英噴發岩層

地壳上升地段的情景就是这个样子。关于这种情景我們可以簡單地說：地形愈“重”，則正号的全重力異常的数值也愈大。

但是，如果“切去”上升地段并且用布格異常來表示同一个地区的特征，就会得到負号的重力偏度。高加索与阿尔卑斯尤其具有这样的情景。很顯然，在山嶺的下面——在海面下——大部地域都是物質缺乏的。在形成山嶺的时候，地壳的上層变厚，生成了很多褶皺，有很多的巨大的花崗岩基侵入到褶皺里。薩洛蒙曾經指出，阿尔卑斯山阿达麥洛花崗岩塊約重5万億噸。

山脉的巨大重量構成了正号的重力異常。但是在它們的重量影响下發生了均衡沉降，山岳把它的基底压入下垫的重物質中，將它們挤到鄰近的地区。当山嶺上升的时候，被挤出的重的物質力圖在山嶺下占領原有的位置，不过这种运动总是有些誤时。在山嶺的这个發展階段中，在山嶺下面就会看到物質缺乏的現象。波罗的地盾西北部就可能具有这样的情景，这个地盾在冰期以后曾經蒙受过極強的上升作用。負号的重力異常和冰复盖層的融解（曾經構成了極大的物質缺乏）有关，也和波罗的地盾的均衡上升有关。

波罗的地盾的均衡上升和那些在冰川作用期間地盾沉降时被挤出的沉重物質的迟滯地复归原位运动相伴而生。

研究布格異常對我們說來是重要的，其原因就在于此。我們將這

两种重力異常的大小与符号匯合以后，就可以獲得一定的根据來分析地形的發展史。

山嶺的情况就是如此。

很顯然，在平原上重力異常（全重力異常及布格重力異常）的數值和地形与高度的关系可能比較小一些。在这里重力偏度几乎完全可以断定为地壳上部的密度。在波罗的地盾东部的例子中我們尤其确信了这一点，在那里，更長环斑花崗岩地区具有負号的重力偏度。在俄罗斯平原也是如此，在那里可以看到正号的重力異常地区，譬如，庫爾斯克磁性異常地区，此外还可以看到負号的重力異常地区，譬如，和含鹽沉積層有关的外伏尔加地区。

不难理解，决定这里重力異常特点的并不是測高学上的条件，而是地壳上部物質的完全不同的密度。不过，如果我們不僅是从測高学的观点來談問題，而是想試做成因分析的話，我們就会承認：在平原上研究重力異常現象是很重要的。在这里还可以查明地形歷史与重力異常之間的关联性，因为在地形形成过程中地壳上部的物質是在移动着的，所以我們不应当把这些物質的分布情况和地形的發展歷史划分开。

在俄罗斯平原，这种关联性最明顯地表現在盆地中。

譬如这些盆地——中第聶伯、庫班、捷爾斯克、里海附近、烏拉爾邊緣凹地、西西伯利亞低地等都是負号的重力異常占优势。地質学者会这样說：負号的重力異常是由于在这里堆積了輕的沉積岩——附近高地的冲刷產物——而發生的。而地貌学者会对于地質学者所肯定的說法加以这样的补充：盆地中的疏松而輕的沉積層的堆積作用是在凹地的形成过程中、盆地底部的沉降过程中以及負向地形的形成过程中進行的。

因此，从形态-成因这一方面來說，重力分布情况的研究就是在平原里也是很重要的。

最后須要談一下为海所占有的盆地中的重力。有一种海盆具有負号的重力偏度——黑海、里海。在其他地区里重力異常是正号的——地中海、紅海。这样就好象重力学与地貌学互相矛盾起來了。不过这

个矛盾是局限于一个水深。它可能和地形的發展史互相关联。

盆地中的負号的全重力異常是由于“地形貧乏”及形成地形的物質不足而發生的自然現象。为什么东非大地塹具有負号的重力異常而它的一部分——紅海——具有正号的重力異常呢？这是因为在紅海南部有年青的火成岩的原故。“因此，——阿尔漢格爾斯基在他的著作中說，——非常明顯，在一定的条件下，發展着的盆地的重力指标可能發生根本的改变而轉变为相反符号。为此必須在盆地內部發生裂縫，穿入深处，即沉重物質形成的地方，这些沉重物質在沉降的压力下就会变成噴發的物質，侵入地壳上部，使它們变重”（見第92頁）。

这种或那种符号的重力異常的存在，可能和一定的盆地發展階段或盆地地形發展階段有关。最初發生的是地壳的一个地段下沉及疏松而輕的冲刷產物搬入盆地。在这个盆地的發展階段中，重力異常可能是負号的。然而如果繼續進行拗曲并且同时發生凹地底部的分裂及沉重岩石的噴發，則負号的重力異常就会变成正号的。所以，重力異常的特点可以指出盆地發展所屬的階段。

因此，必須做出結論，这就是大陸与盆地範圍內的地形起伏反映在重力異常的分布情况中。重力異常的分布情况——是判断地形發展史的方法之一。

我們可以断定，这些重力異常現象与地貌条件只有在極偶然的場合及假設的情况下才能和均衡上升与下降 相关联。在分析过“充滿于”大陸的地形形态以后，我們就会得出这样的結論。

較此更加重要的是承認“重力形态成因”在海洋地貌面与大陸地貌水准面形成过程中的作用。关于这点我們留到下面再說。

**海洋底部的構造特征** 截至目前为止，我們所想象的海洋在構造方面是一个整体，是具有薄層花崗岩的岩石圈的一部分。海洋的真正情景有的簡單，有的复雜。海底的構造和大陸的構造 原則上是統一的。

譬如，A.Д.阿尔漢格爾斯基根据苏联世界大地圖集（还有其他地圖）的太平洋深度圖，而論述太平洋海底構造时就是这样說的。

太平洋底的地壳有比大陸地壳还大的密度。然而我們不能据此推

斷，太平洋底的玄武岩的重地壳不会遭受褶皺作用，不会形成大向斜等。实际上，在太平洋底具有在地形上表現得很明顯的、和大陸的構造綫相似的構造綫。在这里我們可以找到和陸台与地槽区相似的地区。前者表現于大洋的东部、南部和北部，而后者表現于大洋的西部及一系列的島嶼上。太平洋的地槽区有一条向西北方伸展的低地和高地。阿尔漢格爾斯基是这样描述它們的：“海底山脊具有明顯的分布規律，形成一个大的長而寬的、有着西北—东南走向的地帶。这个地帶的总長度为 9000—11,000 公里，寬度約为 2000—3000 公里，而在西北方，在加罗林群島与夏威夷群島之間，寬度达 3600 公里。这个大地帶分为平行的几列，一列为加布埃（Габуаш）島——庫拿（Куна）——薩摩阿（Самоа）——埃里斯（Элис）——馬紹尔群島；一列为陶摩圖（Туамоту）——弗林特（Флинт），东島（Восток），东加列瓦（Тонгарева），維克多利亞（Виктория），度西（Дюси）；一列为馬貴斯（Маркизские）——瑪尔登（Молден）——斯塔巴克（Старбак），嘉尔維新（Джервис），中玻里尼亞（Ц.Полинезийские Спаряды）諸小島等。

根据上述各点可以看到，在太平洋海底与大陸之間，从它們的移动性來說并没有什么原則上的差異。所有的只是大陸內部的和海洋內部的地壳运动形式的特征。这种运动形式的特征与海洋各个部分的地質構造的差異有关，也和大陸地段的地質構造差異与大陸地壳运动形式的关系一样。

其他很多地質学者也反对把海洋与大陸看成是对立性的，看成是性質上互不相同的構造类别（如沙茨基、別洛烏索夫、克洛斯等）。那么，被我們划入大陸之內的陸棚又是什么呢？这里必須說明，主張海陸永恆說的学者并不坚持地認為陸棚是不变的，好象他們坚持海洋盆地不变性的观点那样。

陸棚的成因是多种多样的：它可能是沉降到海面下的准平原；也可能是由于那些陸地破坏的產物在海底沉積而夷平了的海底（例如，南森）；也可能是由于海的磨蝕，冰川的堆積与均夷作用而生成的。所有这些現象都是可能發生的并且是真实的，不过它們是否适合某个

具体的陸棚地段，則是需要研究的。譬如我們問，巴倫支海的陸棚是怎樣的？Д.Г. 潘諾夫這樣地回答這個問題：

◎ 巴倫支海陸棚在構造方面來說，是俄羅斯陸台的繼續。在它的西方伸展着形成斯伐爾巴爾特群島的加里東地槽的斷崖，在東方華力西（赫爾辛）地槽弧——新地島。在南方，瓦蘭格爾-費奧爾德（Варангер-фиорд）斷裂綫及其延展至東方卡寧山嶺的一帶乃是芬蘭諾-斯堪的納維亞地盾與自俄羅斯陸台伸展出的陸棚的境界。所有這些構造造成了陸棚表面的起伏。陸棚在其發展過程中有時成為低的陸地（泥盆紀），有時成為淺海。自中生代末期起陸棚逐漸穩定。在中生代時，只有它的周圍為冰塊所復蓋。在第三紀時陸棚上升，為河流所割切。至第四紀時陸棚再度下沉。由此看來，在陸棚與其邊緣陸地的發展史中，原則上不同的特點是沒有的。

**大陸與海洋的形成** 我們看看下列的幾個假說：

- （1）收縮與海底沉陷假說。
- （2）大地均衡假說。
- （3）大陸水平運動假說。
- （4）地殼的收縮與膨脹假說。

收縮說的學者曾企圖並且現在還企圖解釋兩個低的地貌水準面的形成。休斯認為海淵是由於地殼冷卻，收縮而發生沉陷的結果（“地球收縮，海洋隨之收縮”）。休斯指出：大陸的邊緣及其構造有的地方好像被海岸——海底沉陷的邊緣——所切掉似的。在他所著的“地球的面貌”第一卷的开始和結尾特別着重地提到這種情況。

這一卷是以這些著名的詞句开始的：

“如果觀察者站在地球不遠的天體上，撥開大氣圈的紅褐色雲霧來觀察地球的表面，地球在他的面前旋轉了一晝夜，使他感到奇怪的是：大陸輪廓最特出之點就是楔形的尖端朝南。

如果這位觀察者到海洋的上空去做同樣的觀察，也把大氣圈的雲霧撥開，並且看到地球上出露的陡岩的骨架，他一定會一點也不相信上述的情況。這時候他所看到的是：非常深的海盆與高度不大的陸地相對立的景象，以及大部分海岸上



的峻峭的断崖”(見1—2)。<sup>①</sup>

收縮學派的首領——休斯——的巨著就是这样开始的。虽然当时的分層設色圖与測深圖还不完备<sup>②</sup>，但是休斯已經清楚地提示出兩種低地貌階梯的、明顯的对立性。

以后，休斯又研究了形成地球大地貌輪廓的原因。在第一卷的整卷中，以及“地球的面貌”的第二卷中，休斯都在探求這個問題的解答。

这个解答在第一卷的最后兩頁簡潔而明瞭地提到：

“因地球体下部的收縮而產生的压力，可分为水平的褶皺与垂直的下沉……”

“……第二个运动方向（下沉或塌陷）保存了……自己的遺跡……这些运动的規模是非常多种多样的。地中海与寬广的大洋就是因沉陷而發生并擴展的”<sup>③</sup>。

“……沉陷作用把水聚集到了世界上的深海中去，由此大陸开始形成，从而用肺来呼吸的生物也有可能出現了”（見777—778）<sup>④</sup>。

休斯以这些話結束了“地球的面貌”的第一卷。

現代最澈底的收縮學者——科別尔曾致力于海洋与大陸成因的研究。在其所著的、1942年發表的“構造地質学”一書中，科別尔曾这样論述我們現在所談到的問題。

地球是收縮的，不过它并不象休斯所揣想的那样，因为冷却的作用而收縮。地球收縮的原因乃是重力朝向地心作用的結果。

“地球收縮。它也冷却。它也固結。它变得比較小、重而且硬。然而促使其進化的并不只是冷却，象过去將近一百年来陈旧的地質学所認為的那样，象埃利·迭博蒙以至休斯等所想象的那样。進化的原动力并非外力作用，而是大陸朝着密度加大的方向前進的一般進化引起的內力作用<sup>⑤</sup>（？——馬尔科夫）。重力——“宇宙的普遍的創造力”——引起了这个过程。地球是“重力進化的体系”。科別尔的概念是清晰的，不过这个概念表达得有些神秘并且过于激动。

科別尔繼續說：地球是在收縮的，虽然它是在另外一个因素的影响下收縮，不

①重点是我加的——馬尔科夫。

②我才引証的文章發表在十九世紀80年代，当时認為陸地的平均高度为440公尺（而不是875公尺），海的平均深度为3438公尺（而不是3800公尺）。

③重点是我加的——馬尔科夫。

④引用1885年出版的德文第一版。

⑤重点是我加的——馬尔科夫。

象休斯所說的那樣。自地球的密度獲得均衡之時起，其半徑幾乎減少一半，而地面縮小了 $\frac{2}{3}$ 以上。由於收縮的結果發生了三種“大構造”的基本形態，這就是：（1）大褶皺，（2）斷裂帶，（3）大陸與海洋之區分。“大陸的基本圖形——這就是構造的基本圖形……”。基本圖形——這就是總輪廓中的重力分異”（見206頁）。

大陸——大的矽鋁殼，海洋——大的矽鎂殼。重力構成了地球的两个基本水准面——大陸的表面與深海底的表面。

科別爾和休斯兩人都說海底的下沉是重力的結果。不過科別爾認為，海底與大陸的高度是由大地均衡作用的平衡力所決定的。海底所以低乃是因為海洋部分的地殼較大陸部分的地殼稍重的原故。

然而科別爾承認：海洋與大陸的岩石圈有着構造上的相似點。陸塊（кратогены）和造山帶（орогены）并見於海洋與大陸。應當區分兩種現象：反映重力影響的（重力構造成因）海洋與大陸地區不同構造的形成現象（發生在大陸界內，也發生在海洋底部界內），以及這些構造的高度變化現象。

用地殼均衡假說來解釋兩種地貌水准面的成因，初看起來好象很真實，並且也簡單，所以這個假說傳布很廣。

我們在上面看到，這個學說對於內陸的地形起伏是不太適用的。在對比海底與大陸這兩個大的空間的時候，運動的机理主要是我們假定的。

然而，均衡學說碰到很大的困難：它認為地殼下有一片液體岩漿層存在，這恐怕是不確實的。深震源地震指出了地球上層與深部（700—800公里）的密切聯繫，駁斥了這種說法。均衡學說反對形成大岩基的岩漿廣泛上升運動。所以，當我們用邏輯上很簡單的均衡理論來解釋低的海底與升高的大陸水准面的時候，我們應該看出這個問題的解決是更複雜的。

從均衡學說本身已經派生出了大陸大水平運動假說。這個假說有不同的說法，其最早的說法之一是由俄國地理學者M.A.博哥列波夫提出的。他曾經提到：岩石圈各部分的大水平運動是因岩漿的旋風式運動而發生的。

魏格涅尔及施陶布与阿尔干等所提出的这个学說的說法也都是很著名的。

这些假說的内容曾不止一次地用俄語叙述过。正如 H. C. 沙茨基所正确指出，譯成俄文的書籍，大部分为拥护大陸水平运动假說的学者的著作。現在我們无需再闡述这个假說的本質。但是我們必須特別指出它的地貌的“表現力”，及其反对派所提出的、使它成为不能接受的学說的相反意見。

魏格涅尔假說在地貌学上的表現力在于：它不僅解釋了兩個垂直地形階梯存在的事实，并且也解釋了現代地形水平分割的特性。兩個垂直階梯的形成是質量輕的矽鋁壳在質量重的矽鎂壳上均衡漂浮的結果。如果矽鋁層是完整的，則地球的地形是不难想象的。矽鋁層由于月球自地球脫离，以及随后發生的大陸水平移动（向西和向赤道）而破裂。矽鋁層破裂成現在大陸的碎塊。第二个作用構成了現代的岩石圈水平分割現象，但是，它完全不需要均衡的先决条件。世界自然地理圖的基本輪廓就是依此为根据的，因为整个“班塔拉斯”海洋（“панталаасса”）聚積于矽鋁層的断裂中，这些断裂形成了个別的海洋。

魏格涅尔的假說易于了解很多生物地理学現象，所以生物地理学者很乐于接受这个假說。一般地說來，那些离地球物理学的較远的学科的学者（如气候学者）都乐意于承認这个假說，而擯斥解釋大陸运动的机理。地理学者則能正确地看到：虽然魏格涅尔的假說易于獲致很多的結論，但是它是站不住脚的。

过去我們曾經一再接到，矽鋁塊在矽鎂層上运动的机理並沒有得到令人滿意的解說；我們曾經看到魏格涅尔的測量誤差：格陵蘭現在並沒有远离欧洲；北美与欧洲間的經度距离是减少了而不是增加了。

我現在只比較詳細地談談地理学者或者那些与地理学相近的学者对魏格涅尔提出的反对意見。

在 1920 年的时候就已有学者評論魏格涅尔的原理，并且象阿·彭克和他的兒子瓦·彭克这样偉大的地貌学者，也發表了反对魏格涅尔观点的言論。

阿·彭克說，矽鎂層不可能具有可塑性。如果具有可塑性就不會有深而峻峭的太平洋海盆，而象爪哇那樣大的島就會沉沒于矽鎂層中。大陸不是象漂浮在水中的冰塊那樣，而是和凍結在年青的冰塊上的冰山一樣。不過，如果矽鎂層是堅硬的話，那麼它就應當擠壓成為褶皺並且在海洋底部形成山脈，構成大陸的“前地”，譬如說，在美洲的西面；而實際上這種地形是沒有的。

大陸的斜坡被刻切得很厲害，為許多河谷所割裂（如剛果河等），因而形成淹沒的陸地，這是足以證明大陸邊緣是垂直下沉的，而不能證明它是被撕裂的矽鋁殼的邊緣。

因此需要提到，蘇聯地理學者 Л.С. 貝爾格和 Г.У. 林德貝爾格曾經無可反駁地指出大陸淺灘切割的侵蝕性質，被淹沒的河床可以在2000公尺的深處看到。海這樣大的水準面升起是不可能的（見下節）。

所以說，陸地下沉了。因此，現代地圖中的零度等高綫乃是陸地邊緣下沉的結果而不是岩石圈中的岩塊撕裂與水平運動的結果（圖12）。



圖 12. 鄂霍茨克海沿岸淺灘與海底的侵蝕割切圖（據林德貝爾格）

魏格納爾認為北美是在第四紀時自歐洲“分裂”出去的；但是，歐洲冰川復蓋的分布界限指出：歐洲西北邊緣為挪威海的邊緣所切斷了。所以，挪威海在第四紀時已經存在了。

瓦·彭克發表了如下的見解。

東亞山脈與新几內亞乃是在其軸部具有侵入岩體的大褶皺。所以這些褶皺的物質是沿着垂直方向上升的，而不是向着水平方向移動的。其餘的山嶺也有類似的構造，尤其是那些沿大陸西部邊緣分布的山脈（如安第斯山脈、科迪勒拉山脈）。這就是說，這些山嶺是上升形成的而不是物質的水平移動形成的。

然而，除去上升以外，還有寬廣的地殼下降地區，後者可以拿亞馬遜河盆地做例子。這是從志留紀開始就存在的沉降地區。這種垂直幅度很大的沉降作用不可能不同矽鋁物質與矽鎂物質互相摻雜的現象有關。所以，我們不應該這樣想象，譬如說，矽鋁層與下墊的矽鎂層之間有着明顯劃分的水平滑動面。

在所有的其他意見中，科斯馬特提出了下述為地理學者最能理解的一個意見：魏格涅爾依照現代海岸綫的圖形推斷了大陸輪廓的相似性，但是這個符合零度等深綫的輪廓，從大陸與海洋的地質構造看來，毫無共同之點；大陸的輪廓是非常暫時性的，譬如，從第三紀的時候起它就有很大的變化。

關於大陸水平運動是構成地殼地形的主要因素這一問題的爭論一直繼續到現在。譬如，在1941——1945年之間，這些爭論發生在美國“科學雜誌”(American Journal of Science)上。爭論的發生導源于辛普孫(Симпсон)所發表的關於南美動物區系起源的論文。上面我們說過，生物地理學者是大陸漂移說的主要信徒。在上述的場合下，辛普孫避免用大陸漂移說來解述南美動物區系的起源問題。因為美國學者大部分都反對魏格涅爾假說。美國的地理學者與地質學者維里士(В. Виллис)甚至於把自己的論文標題寫為“大陸漂移說——神話”。

很多偉大的蘇聯生物學者摒棄了魏格涅爾假說。象А. Н. 克利斯托佛維奇，以前曾是他的信徒，現在(1946年)已轉到與其對立的陣營中來了。抱有同樣態度的還有В. Л. 科馬洛夫院士<sup>①</sup>。

不久以前Н. С. 沙茨基曾經發表了反對魏格涅爾理論的演說。他提出了具有地理學性質的見解——根據深震源地震的資料(圖13)。地震的震源確定在地下700—800公里的深處；它們位於時常發生地震的地点，也就是說，主要在阿爾卑斯型地槽帶中。深震源地震有很多發生在太平洋褶皺環內。所以，地球表層的移動與其深層的情況是有密切關聯的。大陸的矽鋁塊在矽鎂層上沿着水平的方向滑動這種想

<sup>①</sup>1941年出版的“蘇聯植物與植物區系史的資料”第一卷中曾刊載魏格涅爾的擁護者В. А. 亞爾摩林科的一篇文章。這篇文章附有主編人В. Л. 科馬洛夫院士的說明：“他不是……魏格涅爾學說的擁護者”見第375頁。

象是不完全可能的。

“深震源地震及地壳構造的地質方面的綜合情况指出了魏格涅尔假說的荒謬性”—— H.C. 沙茨基这样說（見21頁）<sup>①</sup>。



圖 13. 南美洲的深震源地震（据 H.C. 沙茨基）

- 1—亞海西褶皺；2—拉拉米褶皺；3—上第三紀褶皺；4—深震源在 500 公里以下的震中；5—具有 250—500 公里深震源的底層；6—具有 150—250 公里深震源的底層；具有 50—150 公里深震源的底層

所以，漂浮在玄武岩床—矽鎂層上的大陸的巨大水平移动假說現在已不能惹人注意了。过去乐意求助于这个假說的地理学者、地貌学者当然也同意这些結論。

但是在这里我还需要着重地指出，我一点也不想否認地壳水平运动的一般的可能性。我只認為，水平运动常常被过分誇大了。对我们說來最重要的主要之点是：構成地形的乃是地壳的垂直运动而不是水平运动，垂直运动对于地貌学者說來是非常重要的。

地球上物質分布的研究可以使我們确信，地壳的構造与形态不僅决定于收縮現象、体積的减小与物質的下沉（像科別尔所說的），也有相反的作用。这就是

不顧重力作用的重礦体在地壳上層的形成作用和岩漿向地面上升的作用。由此我們不能不得出这样的結論，就是在地球体内進行着收縮与膨脹的斗争。这个观念最近为我国偉大的構造学家 B.A. 奥勃魯契夫、M.M. 捷賈耶夫、M.A. 烏索夫等所發展。这个意見在國外也为布克尔、布勃諾夫等人所談及。在很早的时候这个意見就已經为恩格斯發表在其

<sup>①</sup> 这本书出版时 Л. Г. 貝尔格院士还曾提出了許多补充的事实来反駁魏格涅尔的假說，并且以地壳的垂直运动來解釋生物地理的現象（全苏地理学会报 1947 年，第一期）。

所著的“自然辯証法”一書中（見167頁）。

我們可以看到，这个学說是以地壳的張力來解釋兩個主要地貌階梯——海洋与大陸——的成因的，由于地壳張力發生了岩石圈中寬廣海洋的沉落。抱有这样观点的有奥勃魯契夫和布克尔。

**結論** 然而，在收縮論者、大地均衡論者、地球收縮膨脹論者之間所存在的，对于主要地貌階梯理解的不可解决的矛盾是否存在呢？我們認為，造成这种对立的障礙是沒有的。問題在于，上述的学者大部分都只看到地貌过程的一个方面，而未能經常注意到它的各个方面。

引用 M.M. 捷賈耶夫的話（1941年，第5頁），可以这样說：所有在地壳上見到的运动，都是相互关联着的，一个运动引出另一个运动，形成統一的地貌过程，这个过程最終决定于一个总的原因，即地球物質系統的总的發展。

在兩個主要地貌階梯——大陸与海洋——中也表現了地貌过程的統一性。

地球交替地發生收縮与膨脹。地壳既在收縮，也在膨脹。在膨脹階段中形成了寬廣的拗曲——海洋。伸展的矽鋁層变薄了。沉重的玄武岩与橄欖岩的岩漿進入海洋底部。这种上升是活躍性的，同时發生着侵入岩的形成与沉重的基性岩漿噴發。这种現象現在正發生于太平洋的島嶼中。海洋的底部在变重。在符合均衡規律及“重力”收縮規律的場合下，海洋底部的向下运动得到更大的推动力。進行着緩慢的沉降，地壳有的地方發生类似黑海海底的塌陷。兩個主要地貌階梯間的垂直距离因海洋底部的沉降而增大。海洋变成为最大的水圈物質的貯藏所。海洋水圈的重量为大陸岩石圈的4倍<sup>①</sup>。海水造成补充均衡作用的一种負載，促進了海盆底部的下沉。

所以，兩個主要地貌階梯的划分乃是統一的、复雜的地貌过程表現的結果。收縮和膨脹、均衡上升与下降——沉陷——乃是这个过程的組成部分。

①全世界海水的体積約共为1370立方公里。



“海洋”与“大陸”互相对立，成为两个主要的地貌阶梯。海洋的水圈集中于深的海洋盆地，把这个地貌的规律改变为地理的规律并且造成地球的地理面貌的基本輪廓。所以上述的問題对地理学者來說具有很大的意义。

然而这是一方面的情况。它只揭露了現象的一个方面。“大陸”与“海洋”造成主要的地貌对比。但是“大陸”与“海洋”在形成同样的構造——陸台与地槽——这一方面來說是相同的。我們在談到太平洋海底構造時曾提到这个相同点。这些構造位于不同的高度，因張力——收縮的力量、重力作用及均衡作用而群集于两个主要地貌阶梯上。

在两个主要地貌水准面上，划分这些構造，这正是岩石圈的地貌特性。

擺在我們面前的是更進一步地討論整个岩石圈的地質構造相似性問題。另外我們还有一个問題尚未解决，就是地球的上部地貌阶梯的本質。

在研討上述問題之先，我們必須把地球的地形加以分析。而在从事此項工作时，应以便于直接研究的大陸的地形为例。

## 2. 大陸地形的基本輪廓

俄國的地貌学者在十九世紀時即已注意到地球上两个基本地形类型的广泛發展——綫狀伸展着的山嶺和寬广平坦的高陸地。这些学者就是謝苗諾夫·天山斯基和克魯泡特金。

以后，这两个分类又得到了一般的地質構造和成因上的論証。山嶺和地槽有关，而平坦則主要与地球上的陸台区有关。

在地貌文献中，学者解釋与地球內力作用有关的地形主要特征时，常常僅限于这类的、并且大致都是很含混的說法。象甚么“山为褶皺所形成”可以在許多地貌学著作中看到。我們很少看到有人深入論述因地球內力而發生的、地形形成过程的机理。

大地構造觀念的結構是复雜的，并且主要是凌乱的。程度不等地散布在世間的大地構造假說有数十种。它們虽然可以在一定的条件下合併为几大类，但是大地構造觀念的散乱現象并未因此而消失。初看起

來，要選擇客觀而正確的方法來解決地貌學者所面臨的任務象是完全不可能的。

這種表現着大地構造觀念特點的情況主要是在國外。這種情況已由於蘇聯學者的分析而變得簡單了。

M. M. 捷賈耶夫的觀念及意見對於我們是非常有價值的：

“所有在地殼上見到的運動，都是相互關聯的，是一個從另外一個中產生出來，形成了一個統一的大地構造過程，而這個過程歸根到底又決定於表現為地球物質體系一般發展的總原因”（1941年，第5頁）。

我們也完全應當這樣來確定地貌過程的本質（見上）。地貌過程也決定於地球物質體系的發展。本章所論述的就為隨內力或外力作用而轉移的地球物質體系的運動所決定的地形形態。

各個假說的主張者視之為相互對立及在本質上無法調和的各種構造假說，往往觸及到了地球物質體系及其形態之統一發展過程的個別方面。

十八世紀時，構成地形的升降運動的概念非常盛行。這是很自然的，因為這種運動是根據表現在地表面上的各種標志判別出來的（自然這些標志並不是經常被正確地瞭解了的）。判明這些標志並不需要具有解釋那些因岩層位態變動所成立複雜形態——構造形態的本領。

**垂直（升降）運動** 此種地貌觀點體系的創始人是 M.B. 羅蒙諾索夫，他在1763年寫道：

“地表面上的大的轉變系因著名的洪水而造成，不同的地層告訴我們，它們發生的次數是很多的。洪水常是從……超越過它們自己的岸界的海和湖那里來的，它們的作用几乎都是与地表面上那些不易覺察的長期繼續着的下降与上升相關聯着的”<sup>①</sup>。

不難理解，那些經常看到由沉積層組成而未經褶皺作用之平原的學者，是特別會抱着這些見解的。M. B. 羅蒙諾索夫及其以後的許多俄羅斯平原研究者也一定有这样的印象。因此，這樣的印象在穆爾奇

①着重點是我加的——馬爾科夫。

松、道庫恰耶夫、卡尔宾斯基等的科学宇宙觀中起着主要的作用也是难怪的了。道庫恰耶夫在其名著“俄罗斯欧洲部分河谷形成的方式”中寫道：

“俄罗斯欧洲部分可以很容易地和很自然地分为两个部分：边境部分与中央部分。如果談到俄國的濱海地帶，那么，关于它們在第三紀期間的升降运动在現在說來是毫無疑問的”（見第12頁）<sup>①</sup>。

讓我們來提醒一下（見第二篇），A. П. 卡尔宾斯基是在1887—1894年提出了升降运动的思想的，而A. П. 巴甫洛夫則在几年以后又提出了陸向斜的思想。

在實質上，这种思想与美國地貌学者的概念有明顯的关系。它具有強烈地貌学色彩的、美國大地構造觀念的主要組成部分。我們已經指出过，地貌学方法曾經在美國地質学者的研究工作中起了多么重大的作用。最能表現美國学者特点的一种地貌思想，就是垂直运动、升降运动或造陸运动的思想。“造陸运动”（эпейрогенез）这个術語就是美國的地質学者兼地貌学者吉尔柏特所提出的。

吉尔柏特曾經先后兩次談到地壳升降运动的問題：第一次是在1877年研究亨利山的时候，第二次是在1890年研究大鹹湖的歷史的时候。

在研究亨利山<sup>②</sup>的形态与構造的时候，吉尔柏特曾經描繪了岩盤的情况。岩盤構成了这些山地中各个高地的內核。其中有些为侵蝕作用所剝露，其余的还在沉積層复盖之下。所以，这些山地的成因是与岩漿侵入地壳沉積層的作用有关的，由于岩漿的侵入而使这些地段上升。

繼罗蒙諾索夫与火成論者之后，在吉尔柏特的著作中，又重新提到了关于岩漿在升降运动和地形形成中的積極作用的思想。

吉尔柏特在其研究大鹹湖——邦聶威尔（Боннезиль）湖歷史的第二部專著中，非常詳細地說明了升降运动的作用。

我現在摘錄出該專著中的一部分來，以便說明在这本書中所描繪的升降（造陸）运动的思想已經具有很复雜的形式。实际說來，吉尔

①着重点是我加的——馬尔科夫。

②位于科罗拉多河右岸附近，1869年为保維尔所發現。

柏特提出了兩種概念。他寫到（見第340頁）：

“構成山地的地壳运动叫做造山运动。但是对于造成大陸、高原、海洋底部与大陸盆地等地的范围更广泛的运动，我們的語言中还没有同样明瞭的称呼。

在有可能把形成狹窄的地理波（географическая волна）的現象与形成寬广弯曲的現象对比以后，我冒昧地在這種广泛的运动之上加一个形容詞“造陸的”（эпейрогенический），这个名称是根据希腊語“эпейрос”——大陸——而定出來的。

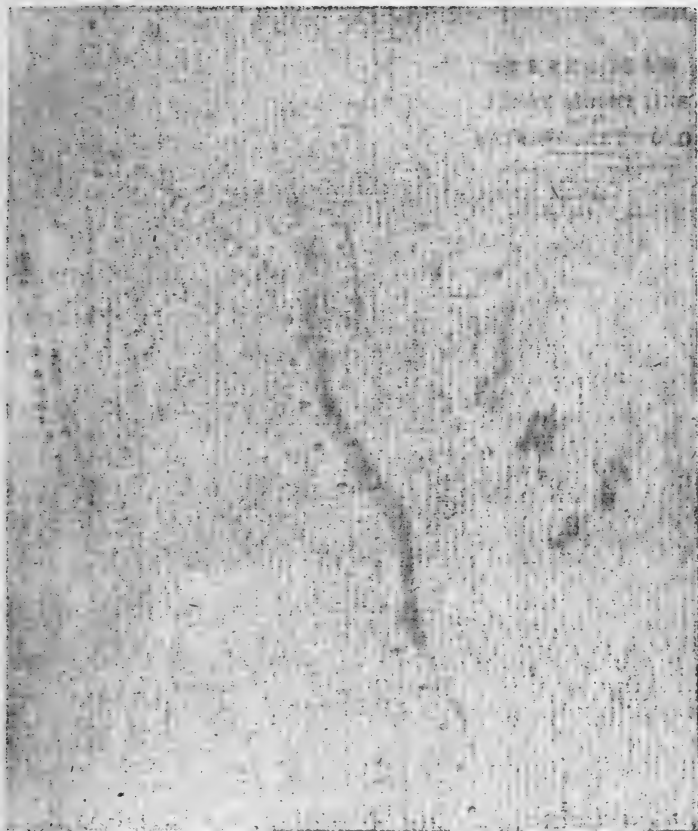


圖 14. 亨利山的岩盤和它們的剝蝕情況（据吉尔伯特）

造山运动与造陸运动的力量可能是同一种力量<sup>①</sup>，但是在它們还没有被弄清

①着重点是我加的——馬尔科夫。

楚以前，我們仍應該把它們分別地來看待。在邦聶威爾湖区与大盆地区中的很多山脉上造山运动所形成的”。

在上述引文中，需要特別地指出几点。第一，吉尔柏特談到了“我們的語言中还没有……”象对于造山运动那样的“明瞭的称呼”的运

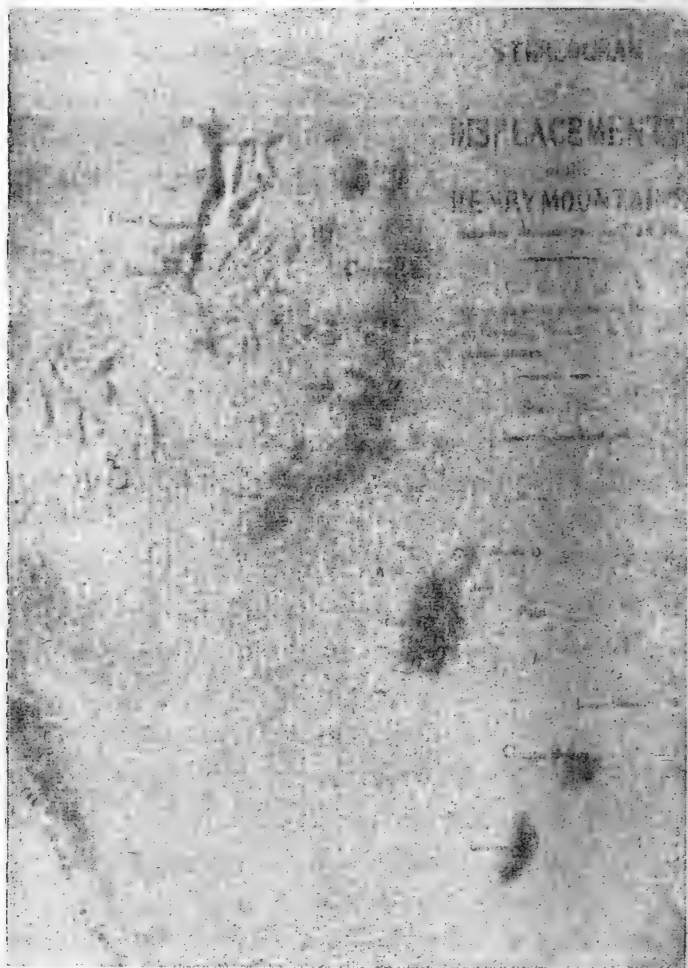


圖 15. 亨利山的岩盤和它們的剝蝕情况（据吉尔柏特）

动。造陸运动这个名称是首先为吉尔柏特在專著“邦聶威爾湖”中所引用的。这个运动也就是 A. П. 卡尔宾斯基在更早的几年以前所說的升

降运动。

然而我們还要注意一点。在吉尔柏特的概念中，造陸的——升降的——运动是与造山运动相併列的，并且，它們中間的关系又被以这样的詞句着重地指出：“造山运动与造陸运动的力量可能是同一种力

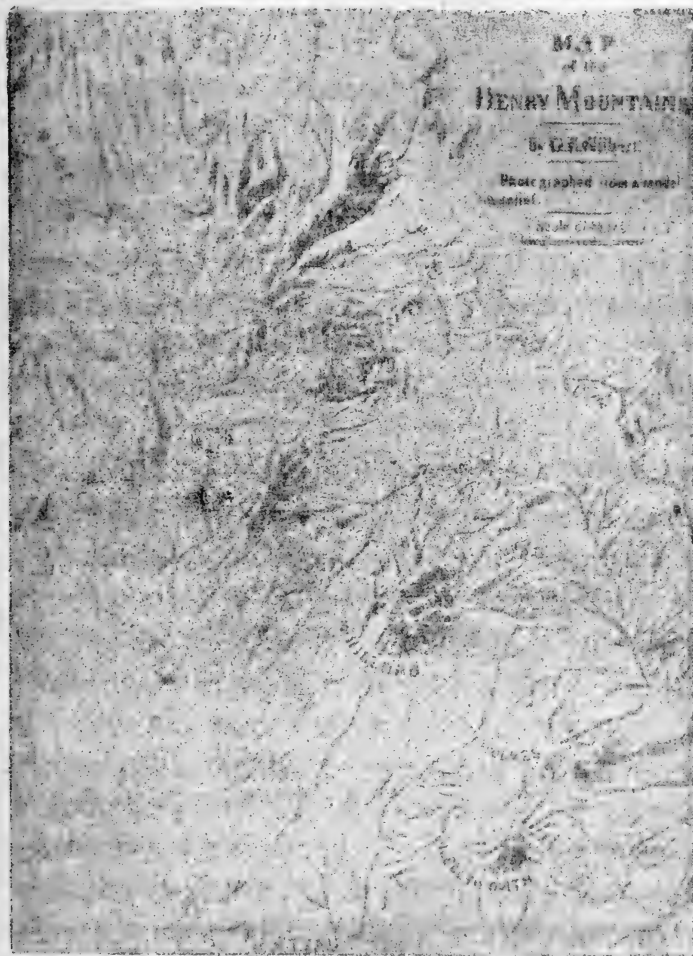


圖 16. 亨利山的岩盤和它們的剝蝕情况（据吉尔伯特）

量。“包含于这些話中的主要思想是地貌过程（与大地構造过程）有不同的形式，但是它表达得極不明顯。

地表面的垂直运动可能与断裂同时發生，后者的作用曾为 B.A. 奧勃魯契夫特別指出。奧勃魯契夫在其自傳中說：

“还在研究色楞根河之时，我就已得出这样的結論，就是在西伯利亞山脉的構造中，具有重大意义的断裂变动，也就是說，地壳的大的岩塊沿着断裂的裂縫發生了垂直的移动；而不僅僅是被認為起着主要作用的褶皺运动。阿尔泰山的研究証明了这点，并且說明，阿尔泰山的現代地形是由沿着較褶皺年青的断裂發生位移而形成的。我在阿尔泰山的大地構造概論中，对于西伯利亞山脉現代地形成因的解釋奠定了开端。”（見第258頁）

在美國的地貌学者之前（自然，这里說的是在罗蒙諾索夫之后）升降运动的思想曾被达尔文明确地提出來过。如果不把这一点指出來的話，那我們就要等于遺漏了一个重要事件。达尔文是根据他在1832—1836年間乘“貝格爾”号海輪旅行时考察南美階地的結果提出了这种思想。他寫道：“在沿岸的广大地区，剝蝕与上升是同时進行的，并且这两个作用的力量是均等的，平原的高度一致就說明了这一点”（見第559頁）。

**水平（褶皺）运动**、最古老的地貌之謎——升降运动的思想——是与另外一种地貌思想据有同一地位。这指的是被看作造山过程的褶皺現象的假說。用吉尔柏特的話說，造山过程產生了山，讓我們來探討一下这个在地質学与大地構造学上極為重要的思想。不过我們只把褶皺作用在地貌上的表現看作整个地貌过程中的一种形式。

任何地方对于褶皺的研究都沒有象在阿尔卑斯山所進行的那样大的規模，在那里，褶皺变动非常复雜而丰富。但是地球上褶皺运动与發展的一般情景卻可能是建立在一定的宇宙的基礎之上的。这样一些宇宙觀就是康德（1755年）与拉普拉斯（1796年）的觀念。他們認為地球的發展乃是球体的冷却与收縮，这也就是褶皺發生的先决条件。

康德拉普拉斯的假說乃是收縮說的理論基礎。收縮說的創始人則是埃利·迭·博蒙，而其初步的發展是与休斯及海穆有关的。

褶皺作用在地貌上的意义曾为埃利·迭·博蒙非常清楚指出，早在1852年时他即寫道：

“……被粉碎与弯曲了的地層的嶺脊形成了……地球表面不平处的嶺脊，



我們把这种嶺脊称做山嶺；从这里我們可以得到一个結論，就是任何某一斷層系的平均方面、弯曲地層系的平均方向以及山系方向——这三种方向几乎都成为同义字了。

从上面摘錄的引文可以看出，埃利·迭·博蒙的意見是：褶皱作用是具有明顯的地貌表現的。

同样明顯的地貌学傾向也表現在休斯的第一部綜合的著作“阿尔卑斯山的成因”中（1875年）。休斯不僅是一个地質学者，而且是以地貌学者，甚至于以地理学者的立場去研究褶皱現象的。这种对于山地的多彩特点的極大的地理兴趣从該書第一頁起就表現在讀者的面前：

“美丽的高山区——阿尔卑斯——点綴了我們世界的中心（！——馬尔科夫），每年都有考察者的馬車由这里通过。但是，如果你去問他們中間的一个人，阿尔卑斯山是怎样形成的；那么你就会知道，虽然在最近十几年來阿尔卑斯山总的構造格局的大部分已經在大致可靠的程度上确定了，但是对于上升力量的性質还有着互相矛盾的意見的”（見第一頁）。

在上述休斯的話里，着重地指出了人們想要理解阿尔卑斯山的成因的願望，在这里，人們把它看做“美丽的山区”，看作地貌景观。

依照休斯的意見，造成阿尔卑斯的力量就是褶皱作用。还在1875年时，休斯就已經很明确地作出了这个結論，这一点我們可以从他下面的話里看到：

“僅僅这些初步的观察就可非常明顯地指出，大塊体物質沿着水平方向的均匀移动时对于阿尔卑斯山系的外貌具有远較因垂直作用力而直接上升的运动还大的影响<sup>①</sup>，后者是自地球内部作用于地球表面的，它直到现在还为学者所过高地估計”。

所以造成山的是褶皱作用，而不是升降运动。

关于褶皱的地貌作用的同样思想在十年以后也表現在“地球的面貌”一書中。在該書第一卷末尾，我們可以看到下述关于褶皱在地貌上表現的敘述（見777頁）：

①着重点是我加的——馬尔科夫。

“水平方向运动形成了这样綿長的褶皺帶，它伸展于全世界，从这一端直至另一端。地球上最高的山，如高里三卡尔<sup>①</sup>、穆斯塔格地方的无名山<sup>K</sup><sup>②</sup>，以及所有的中亞高原就是由它堆疊而成的”。

因此，在休斯的著作中，褶皺作用被看成是造成山脉的基本地貌过程，而升降运动則被認為是次要的（为了不說成是更次要的）。然而在这里我們必須指出，休斯的褶皺运动說是从垂直运动——冷却着的地球之外壳發生沉降运动——的学說產生出來的。

和休斯同时代的偉大的“阿尔卑斯”学者阿尔别尔·特·海穆曾于1878年对造山作用的机理作了專門的研究。很顯然，这个研究是有助于更深地理解地貌过程的實質的。

海穆关于造山作用的机理的文章在当时是闡述位于芬斯特拉尔根地区的瑞士阿尔卑斯山群中的一部分的。这是一部大的專著（約350頁），它几乎与休斯的“阿尔卑斯山的成因”同时問世。和后者一样，海穆的著作也認為造山作用的机理是水平的收縮。然而遺憾的是，書的名字很少和它的內容相符合。

实际上，地形的成因是海穆以其著作中的一章（第五章）來闡明的，这一章的題目为：“地表面的特性”。他指出了以下各点：在地形上還以極一般的形态保存着与背斜軸相一致的綫狀延伸物（山嶺）。可是，當我們更仔細地觀察时，則可以看到地表形态并不依賴于变动性構造形态的現象。这里所指的無論是橫谷和橫嶺，或者是縱谷，它們大部分都与構造凹槽不一致。

“如果我們从阿尔卑斯山的頂峯下望，……就可以看到山脉的一般輪廓，甚至于山脉的細節。地球內部的褶皺作用造成了阿尔卑斯山的这些垂直割切的基本外貌<sup>②</sup>。一幅很好的地圖，尤其是分層設色圖（гипсометрическая карта）就能把極清晰的山脉綫及其間的縱谷表現出來。

“但是，如果我們从高度較小的地方來看阿尔卑斯山，……則決定着情景的已經不是山嶺，而是山谷了”（272頁）。

“所以，我們这个地区的現代地表面，主要是剝蝕作用的結果。內部構造与

①大家都知道，在过去高里三卡尔还未和珠穆朗瑪峯——世界最高峯——分开。

②着重点是我加的——馬尔科夫。

原生地表面对于現代地表面只有非常小的影响”(280頁)。

褶皺作用在过去曾經直接反映在地表面上，在侏罗山就是現在我們也还可以看到它。但是在上升得較高的阿尔卑斯山，剝蝕作用是如此的強大，以至于其所消滅的山地体積已与殘留的相等了。書上有很多关于剝蝕產物体積的計算。依照海穆的計算，在萊茵河谷中，被冲去的岩層就有750立方公里。

海穆的这一整本書和休斯所寫的书一样，完全是地理学式叙述的。著者只在說明著名的、美丽如画的、阿尔卑斯山的地形。他認為，这种地形是褶皺作用造成的，后者在今日已被強烈地冲刷了。

可見，在休斯和海穆兩人的見解中並沒有原則性的分歧。只不过是海穆对于改变由褶皺作用形成的地形形态的剝蝕作用“作了修正”。

与此同时，在美國發生了和上述思想相似的丹納的思想（1873—1875年）。他关于褶皺作用直接表現于地形上的概念表現得和他的西欧同道們一样明顯；他寫道：“山脉形成了一条条的綫，在因收縮而產生的水平压力影响下，地壳沿着这些綫而收縮，繼此而發生决定山地高度的物質堆積。”

可見，在十九世紀后半紀中，确定了兩种地貌过程的形式——地壳的升降运动与褶皺运动。

如我們所見到的，吉尔柏特曾經寫道，兩者間的关系还未弄清楚。在文献中，把這兩种观点看做不同的大地構造假說而对立起來的場合远較承認他們共同性的場合为多。就是在大地構造学与地貌学文献中时常看到的地壳垂直运动与水平运动的对立現象。

然而，無論从休斯的古典派的收縮說看來，或是从科別尔的最新的收縮說看來，水平运动都是从垂直运动派生出來的。所以，在水平运动与垂直运动間也有了共同之点。主張收縮說学者認為上述的垂直运动的方向是朝向地球中心的。地壳在下沉——因而，就垂直地移动着。由于地壳沉降的結果，地壳对于其内部的体積來說就顯得过于寬大，因而集攏起來成为褶皺。在收縮学者看來，褶皺，即水平运动是因垂直运动——地壳的下沉——而發生的。所以垂直的移动是這兩种見解的基礎。可是，表現在这里的見解的共同点及在以后表現在休斯与

吉尔柏特之叙述中的形式却被破坏了。休斯否認地壳上升的垂直运动的可能性，而这种可能性却很明顯地表现在吉尔柏特的著作中。这是休斯观点中的顯著缺点，也是他假說中的致命伤。

休斯的詭辯竟如此之甚，我們可以从他“被迫”來否認波罗的地盾的上升这一行为看出。为了否認世人所共知的上升的証据，他曾提出如下的解釋：

“但是，瑞典并没有上升，而波罗的海，由于其决定于气候影响的深居内部的位置，而处于日趋干涸的状态。这种情况迫使距其海口很远的海岸綫的某些地段日益低落。”（卷2，701頁）。

这种解釋極其荒謬与不可信是非常明顯的，我想，已用不着我再來評論了。

由此可見，地貌运动的两种形式在十九世紀70—90年代时就已为人所知并且被論証了。它們成为地貌学者的資產，对它們的叙述充滿了地貌学的教科書与手册。

象这样对于地形之大的特征的解释，在我國或外國的地貌学的著作中都可以看到。在后者中，我想提出毛尔的最新地貌学（1938）、漢茨的地貌学（1943），以及在1946年根据1930年法文版譯为俄文的馬东的“自然地理”第二卷。依照教科書出版社的意見，馬东的著作反映了地貌科学的最新成果，是值得我們特別注意的。

馬东以褶皺及与之相伴而生的断裂來說明地形的形成。在以“構造与大地構造的影响”为題的第七章中，他分析了地形与大地構造間的关系：整合構造的形态、構造陸台、不对称的單斜形态、褶皺構造等。我們可以用簡短的話來指出，就是在馬东的观念中，决定于大地構造的地形形成的机理这个重大問題，僅限于解釋为在褶皺作用下而生成断裂变动形态在地形上的表現。只有3頁（！）（714—717）說明了“一般运动”的特征，他所說的一般运动就是地壳的造陸运动，此外，馬东未曾想到确定这两类运动間的关系。

这些見解并不是40—50年前在科学界中所形成的那些見解之前發表的，而是在其后發表的。而这些見解已为苏联学者很好地闡明了，对于这样的題目甚至可以發表一部專著！

**地貌过程中的岩漿运动** 上述两种不同观点反映了形成地球上地形的两种重要的物质运动形式。然而它们所反映的并不是所有内力的地貌过程的主要方面。

在上述各种观念中都认为岩漿作用的影响是很小的。但是，岩漿作用在地貌上的表现目前已经很为学者所注意。在收缩说盛行之前，就已有学者认为这些作用有巨大的影响。这些概念的重新发扬，始于二十世纪初，并且特别发展于二十世纪的前25年间。

在十九世纪初期，火山口升起的假说曾经特别强调了岩漿在地形形成中的作用。依照这个假说的说法，地壳因上升岩漿的挤压而膨胀。这样便形成了“高海拔火山口”。这些观点曾在十九世纪后半纪——收缩学获得胜利的时候——被学者排挤掉。

吉尔柏特曾在那个时期发表了反映这种观点的有价值的著作。我们认为，这位“邦聶威尔湖”專著的作者，是美国地貌学派的奠基人之一。他在地貌学的另一方面，也有相当重大的贡献，这就是他对在地壳内形成并且使地壳升高的岩漿侵入体——岩盤——在地形上的表现作了分析。如我们所见到的，这部著作是他在考察亨利山的基础上写出的。

岩漿运动的地壳作用的研究在二十世纪前25年间有了更进一步的发展。对于这个作用的理解是非常多样的，某些学者注意到岩漿的非常消极的作用，亦即它对于漂浮的地壳块的液体静压力（гидростатическое давление）。均衡学派曾经广泛地利用这个观念，并且想根据它得出相应的地貌学结论来。根据这些材料，我们认为，它们也能帮助我们解释两个主要地貌阶梯——海洋底部与大陆台地——的形成。魏格纳尔的漂移说虽然所论述的是大陆的大规模漂移，但是他也认为岩漿是一种消极的媒介体和移动大陆的推动力，因而探讨与地球运转有关的力量。

和上述观点同时出现的还有另一种认为岩漿是一种活跃的原动力的观点，认为它具有自己特殊的表现于地球表面形态上的运动。抱有这种观点的学者最初认为岩漿是水平地运动的。譬如，博哥列波夫认为岩漿形成了和空气中的气旋一样的涡流，这些涡流促使陆地上一些

地段發生膨脹、斷裂和大規模的水平移動。水平方向的岩漿流曾是安普菲爾、哈爾曼及其他一些西歐學者概念的基礎。

在地貌學方面比較有成果的是另一種主要考慮岩漿垂直運動的傾向，這些觀念是 A.A. 波爾康諾夫院士、克羅斯及著名的地貌學者瓦·彭克所提出的。我們可以說瓦·彭克就好象是繼承了表現于亨利山專著中的吉爾柏特的觀念。

克羅斯宣稱（見 407 頁），他的任務是消除在研究岩漿現象時的片面性，這種片面性是在收縮說及只承認岩漿水平運動的假說盛行時形成的。

岩漿運動形成了寬廣的、隆起的地盾與位于其間的盆地。隆起的过程伴随有地壳的破裂、地塹的形成及火山作用（克羅斯有一部著作曾標題為“隆起——破裂——火山作用”）。

這些現象曾被很好地畫在上述克羅斯作品封面的立體圖上。現在我們轉載于此（圖 17）。這種上升也遍及褶皺區，它們以同樣的程度分布在大陸表面與海洋底部。在圖 18 中描繪了 15 種不同地區的這類

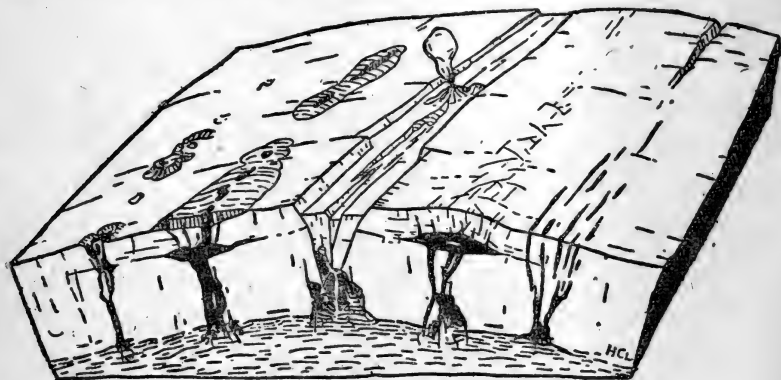


圖 17. 隆起——地壳破裂——火山作用（据克羅斯）

隆起。

不同的學者都曾論述過這種过程，不過在實質上，他們所說的都是一樣的。

关于岩漿對地壳上升有積極作用的思想是以瓦·彭克的概念為基

礎的，他有很多見解都是我們現代地貌學的指導性原理所承認的。  
（關於這點下面還要談到）。

**大褶皺** 瓦·彭克描述由大地構造所決定的主要地形形態之一

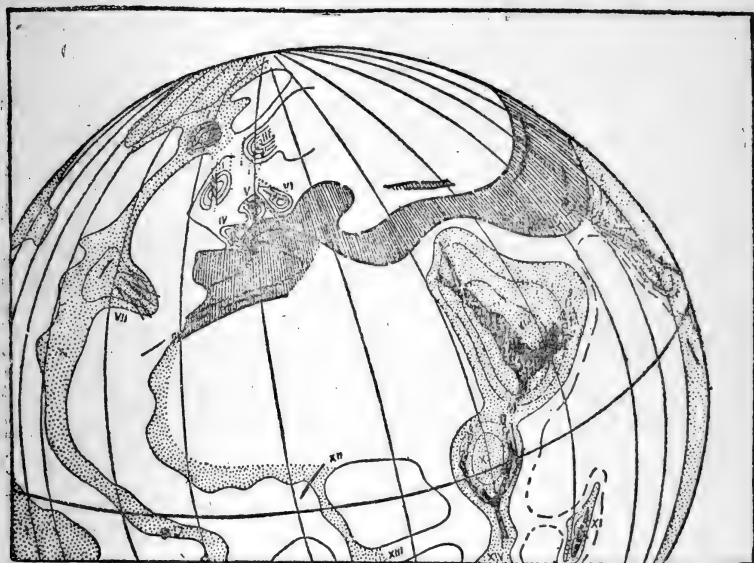


圖 18. 克羅斯所畫的、歐亞大陸及非洲的各個上升地帶的位置（用封閉的綫及羅馬字指出）；圖中綫條表示上中生代及第三紀褶皺區；黑綫表示上升地區中的地塹與火山裂縫

——**大褶皺**時，曾經這樣的分析了它們的成因（1924年，第24頁）：

“有足夠的理由說明，大褶皺並不象前人所想象的那樣是從外向內收縮的結果，而是在流動帶的體積在侵入體影響下膨脹的結果，因而也就是由於岩漿侵入地殼的結果”。

從上述概念中我們可以看到，大的垂直上升（或沉降）被認為是岩漿物質積極地垂直運動的結果。這些運動並不僅僅是褶皺作用的反應，它們既明顯地表現於陸台区，也明顯地表現於地槽區。在地槽區，它們通常是褶皺作用終了之後遍及於褶皺區的。

下面摘錄一些不同的學者關於大褶皺（及與之有親緣關係的產物）的定義與描述。



1. Б. Л. 李契科夫 “地球上各种不同的地形，并不是由与地壳的水平应力有关的小褶皱作用（又称为造山作用）所形成，而是由表现为上升与下降的垂直运动——造陆——运动所形成的”（1941年，第13頁）。

2. А. П. 巴甫洛夫 “……地壳上大陆地区非常长的，但宽而坦的拗陷在实质上是与向斜褶皱及地槽不同的，它在科学上还没有特别的名称，我提議称它們为陸向斜（1909年）。

3. Е. В. 巴甫洛夫斯基 斯坦洛維山嶺的頂部可以看作背斜类型的大褶皱——大背斜。其特点在于，它具有表现于地表面上的褶皱类型一般構造的一切特征。形成这种特殊大背斜的，就是当代的造山运动，它在最后形成了斯坦諾維山嶺这座高山”（1941年，第27頁）。

4. М. М. 捷賈耶夫 陸地地形的分析告訴了我們所有地表面升降运动的基本特征，这些运动的具体表现是隆起与窪地，它們是大陸地壳的主要歷史形态”（1934年，第73頁）。

5. М. А. 烏索夫 “在褶皱構造中有垂直和水平的两种不同形式。垂直的構造是在岩石圈的升降运动条件下形成的。它們通常都有巨大的曲率半徑，占有寬广的面積……垂直構造与水平形式的褶皱構造不同，它們可以划入構造波形这一类中去，因为这种構造波形与它們的实际形态相符合”（1940年，第21頁）。

6. С. С. 舒尔茨 結果，我們現在就看到了高山地形，在这种高山地形的形成中，起主要作用的就是第一級的大褶皱。形成了車尔斯基——阿拉套整个山系的背斜，在外形上和阿尔干所說的基底褶皱非常相象。納倫和伊塞庫爾兩個陷落凹地也是同一級的向斜”（1937年，第782頁）。

7. 阿尔干 “准平原的弯曲——这是阿尔卑斯式深褶皱的很好的指标”……沿着巨大正断层發生的位移，在巨大而廣闊的弯曲褶皱構造中，已降为不顯著的細節”（1935年，第31頁）。

8. 布克尔 地表面好象“被分开为复雜紛呈的形态不規則的許多盆地，在这些盆地中又間隔着許多形态不規則的高地”。因为没有綫状的形态，所以它們只可能由于垂直于地表面的运动而形成的（1939）。

9. 科斯馬特 “山的形态并不是褶皱作用本身的結果，不过它們通常發生在非常晚的階段……复雜的褶皱运动和逆掩構造运动愈來愈多地轉变为寬广的波形構造，而这种波形構造就調節了山的上升”（1937年，391頁）。

10. 哈尔曼 “山或造山运动就是地壳的一切地理上的隆起。它們全部都是由上升，即原始的構造作用所形成的……山地在现代的高度与褶皱毫无共同之点。山地根本不是因褶皱而生成的（1930年，第182，193頁）。

岩漿形式的物質运动是不是其他形式物質运动的一种呢？它是不

是地貌过程中某些阶段中的一个呢？

依照捷賈耶夫的說法，这些現象的順序与其内部联繫是这样的：褶皱形成，地壳破裂，岩漿侵入地壳及地壳的隆起——这是巨型升降运动的几个阶段。所以，褶皱的形成与山地的形成在時間上是不一致的。在过程的末了，就發生岩漿升达地表、地壳的个别地段下沉与破坏等現象。

并不是所有的学者都这样地判定地質現象的順序的。譬如，C. C. 舒尔茨就認為，褶皱形成的过程也就是造山的过程。然而 C. C. 舒尔茨所理解的褶皱形成乃是地球表面上的大半徑的弯曲——大褶皱，而在大褶皱中則包括許多比較古老的、为小褶皱所揉皺和为裂隙所分割的構造，不过它們只是作为消極的物質而参加造山过程的。現代大地構造觀念創始人之一哈尔曼認為，褶皱（狭义的）是地層在地壳的隆起部分——大穹地（геотумор）与沉降部分——大陷落凹地（геодепрессия）的坡面上滑动的結果。它們造成了地球上的地形。依照哈尔曼的意見，大穹地与大陷落凹地都是因岩漿运动的結果而生成的。

**两种地形形成假說的比較** 关于学者对于上述現象观点的分歧，我們不可能在这里來分析与評論，因為它們是大地構造学專門研究的对象。对于我們比較重要的，乃是根据上述那些与地貌問題之解决有直接关系的观点得出來的一般結論，这些一般性結論是：

（1）收縮学派所理解的褶皱作用，其本身并不形成地形；褶皱的形成与山的形成是两种不同的概念。

（2）內力作用所形成的地形就是形态不同，面積不等的地壳隆起与下沉，它們常常是很寬广的。

（3）这些隆起是在岩漿上升与下降的積極参与下生成的。

这样的地貌过程为当代極有威望的为数極多的学者所承認。在苏联学者中，我可以举出 B. B. 別洛烏索夫、B. Л. 李契科夫、H. И. 尼古拉耶夫、E. B. 巴甫洛夫斯基、M. M. 捷賈耶夫、M. A. 烏索夫、C. C. 舒尔茨。在國外的学者中，我可以举出阿尔干、布克尔、科斯馬特、馬哈契克、瓦·彭克、哈尔曼。在它們中間有很大的分歧，不过，这些分歧可以說都是次要的，而不是主要的。在地貌学方面，重

要的是應該指出這些觀念與收縮說觀念間的原則性差別。所以，實際說來，在我們面前有兩大類互相對立的地貌觀念，這就是：

### 收 縮 說

### 升 降 運 動 說

綫狀展延的山嶺；位於地槽區；  
由引起褶皺作用的垂直壓力形成。

地表面不同形態的隆起與沉降；  
分析於地槽區，也分布於陸台區；由於因內部物質（岩漿）積極上升與沉降而生成的垂直隆起（與沉降）所造成。

這一來，我們就碰到了兩種完全不同的地貌觀點。如果我們更深入地追索現象間依賴性的各種原因，這些現象怎樣個別地出現於上述兩種概念中的一個之中；那麼，這種差異還要更大些。

休斯和收縮說學者大体上都是把地球因其體積收縮與壓緊而發生的單方向收縮過程作為自己概念的根據。這些概念的理論基礎為拉普拉斯與康德的宇宙說。但是這些概念已經為現代的天文學所拋棄了。現代的天文學不承認物質有循序與連續的冷卻和收縮的現象。他們承認一種相反的，主要因內部反應作用而發生的漸熱與膨脹的作用。這也就是恩格斯所預見並且確定了的引力與斥力之間的鬥爭。

我們可以看到，在研究構造過程，特別是在研究構造過程中岩漿形態的基礎之上，地球體內的收縮與膨脹的同樣一種更替是被確認了的。

所以，上述的對地貌過程解釋的改變也就是我們整個自然科學觀念體系深深改變了的結果。因此，不能不對很多現代地貌學論著關於造山運動的不令人滿意的陳舊解釋感到遺憾。

地貌學對於這個深深地改變着地表面的過程的本質是不能忽視的，究竟是什麼力量引起了反映在克服重力對岩漿物質影響上的巨大岩漿物質的上升運動呢？

在解釋這個過程時，學者特別注意到放射性元素分解的現象。英國的科學家約翰·居里曾首先試圖從這一方面來解釋物質的膨脹與冷縮的現象——地殼的隆起與沉降。B. B. 別洛烏索夫發表了如下的見

解：存在于放射性物質含量很多的花崗岩中的放射性物質足以預防地球冷卻<sup>①</sup>。赫洛平認為放射性元素的分解作用即使只限于厚達90公里的地球表層中，地球的溫度也就可以保持不變。然而地球表層是很厚的，所以，“由於放射性的蛻變，地球內部溫度增加的速度約為其從地表放射的速度之十倍”（1942年）。

在所有的褶皺區，都有花崗岩侵入體。重達  $5 \times 10^{12}$  噸的巨大的英雲閃長岩侵入體構成了阿達麥洛山群的骨架。面積達  $2000 \times 200$  公里的岩基形成了科迪勒拉山的骨架。在芬蘭花崗岩共占其國土面積的52.5%，而在蘇聯，出露於地表上的酸性侵入體的面積共達984000平方公里，即占國土總面積的4%。

“實際說來，——德利說——每個岩層都是在不斷燃燒着的火爐”。譬如，玄武岩在自  $0^\circ$  加熱至  $1000^\circ$  時的一般膨脹率為  $25^{-6}$ 。因變熱而膨脹的花崗岩物質侵入地殼，形成岩基。當它們升達地殼表層時，便開始冷卻而體積逐漸縮小。因此發生了地殼的下降運動，下降運動在地貌上則表現為地球上褶皺帶的塌陷部分。

如果我們想象這個過程是在地表上很多不同的地段中同時進行的，那麼它們就可以描述為地球的膨脹階段和收縮階段。

所以說，地球的物質，尤其是其酸性的岩漿，具有表現在地表上的強有力的膨脹與垂直運動的能力。自然，這個過程並不是單獨的。與之同時，還應該有其他的過程——物理-化學的，或結晶-化學的過程。

現在我再回過頭來研究酸性花崗岩中重放射元素的含量。最重的元素——原子量為238的鐳——比鐵（原子量為55.85）與鎳（原子量為58.69）重好多倍。依照現有的假說，地球的沉重核心就是鐵和鎳組成的，但是鈾、釷、鐳（原子量226.03）却常發現於地球的輕殼中。戈爾德施密特把這個現象解釋為上述元素的原子量太多。“它們過分的多，以致進入了由矽酸鹽岩漿構成的普通礦物組成之內”。它們因此停留在岩漿內，並且進到在岩漿凝結作用末了形成的礦物組成

<sup>①</sup>蘇聯的花崗岩層含鐳  $1.6 \times 10^{12}$  至  $2.83 \times 10^{12}$ ，世界上的花崗岩平均含鐳量為  $3 \times 10^{12}$ ，而玄武岩的含鐳量值為  $1.0 - 1.5 \times 10^{12}$ 。

中，也就是說，進入到由酸性岩漿所構成的礦物組成中。

實際上，地球是在依次地發生上升與下降的，並且收縮時期與膨脹時期相交替。我們在這裡不想描述這樣的情景，也不想找出更多的因果聯繫來解釋它們。有些學者在這方面牽涉到很遠的問題。譬如，Д.Г.潘諾夫不久以前發表了一個假說，談到地球的收縮時期及膨脹時期與銀河迴轉的時期有關。但是，再要進一步的推斷就會使我們離題太遠了。

**戴維斯對休斯的反對意見** 擺在我們面前的是兩種牛耳的地貌觀點，這就是：水平收縮假說與垂直升降運動假說。其中第二種假說居于優勢，因為它最能夠說明因內力作用而形成的地形之巨大的起伏不平。從1920年起，也就是從瓦·彭克的著作發表之後起，這個假說就在地貌學中居于統治地位。

但是我們必須注意的是，形成地形的主要因素——隆起與沉降的作用已經為我國學者羅蒙諾索夫、卡爾賓斯基及美國學派所着重地指出了。美國學派中，我所說的是吉爾柏特，尤其是戴維斯。

誠然，戴維斯所解釋的地殼隆起現象有些抽象，且與這種或那種大地構造的發展沒有關係。但是，這兩個學派代表——休斯與戴維斯——間主要概念的对立性早在升降運動的觀念為大地構造學的研究論證之前即已明顯地表現了出來。

1905年，戴維斯曾對休斯研究工作中的過分重視水平收縮現象表示反對。知道這篇文章的人不多，所以我現在把它引述如后。

戴維斯引用了地貌學的材料。他指出了高的夷平地區具有廣大的面積，他所提出的這些夷平地區是天山、美國的烏塔州及內華達州、西那拉-內華達山、加利福尼亞、阿巴拉契亞山、卡斯卡德尼山、阿拉斯加，及挪威與中國等處。正如戴維斯所正確指出的，這些准平原化地區的情勢除去以隆起、也就是地殼的垂直運動解釋以外，其他的說法是不能解釋的。准平原水準面切割了水平運動所形成的褶皺構造，水平運動並不能造成地形。從山的外貌上，並看不到水平壓力的結果，尤其看不到休斯認為是單方向水平壓力特征的褶皺構造不對稱的表現。

在这个爭辯中，可以看到兩個基本觀念的对立性，地貌学与大地構造学的進一步的發展証實了戴維斯觀點的优越性。

許多年以後，維里士評論了戴維斯在這一方面的觀點，他寫道：戴維斯的著作在地貌学中創立了新的紀元。戴維斯曾經指出，——維里士寫道——地貌面——准平原——完全和任何的地層面一樣，可以用來判斷地壳的运动。“在這兩種情況下，就有了一個一定的平面（плоскость），這個平面只能在水面（водная поверхность）的一定關係之下才能發展”（第16頁）。

休斯並不否認戴維斯的意見，就象維里士所說的，他只能答稱：由於本人已年屆花甲，以及要結束已做的工作，故不能再來研究這個問題（見第10頁）。

總之，大地構造学与地貌学的進一步的發展証實了戴維斯的觀點是正確的。

**上部地貌階梯** 上面我們已經論述了高的夷平地區及升降运动在這種地區形成過程中的作用，現在需要指出的只是這些夷平地區的總和造成了海陸起伏曲綫上部的地貌階梯。

上面曾談到，高的均夷面的總面積約共為30,000,000平方公里。這個數值約為地球面積的6%（是一個在海陸起伏曲綫上部圖中可以看出的數值），如果做出各個大洲的海陸起伏曲綫，那麼就可以看到上述曲綫有不同明顯程度的彎曲。亞洲（尤其是中亞）及非洲的高的均夷面（絕對的和相對的）面積最大，而歐洲的高的均夷面面積最小。南極洲所有此類均夷面是獨特而又“虛假的”。因為它的地形被龐大的冰盾增高或夷平了。依照科辛納所做的統計，高度及面積最大的均夷面如下表所示：

在下表中，南極洲的材料是極不夠充分的，因為南極洲只是在東部的陸台区具有位於冰盾復蓋之下的高的夷平地形。至於格陵蘭，則在冰盾的復蓋下大概有切割十分強烈的巉崖骨架（由地震計測出）。

所以，下表主要是測量學上的巨大成果，而不是地貌學上的巨大成果。然而除去此表所列數字之外，其他方面的數字還沒有哩。由下表可以看出，上部地貌階梯的面積（前面曾確定其總面積為30,000,000

地 理 位 置 与 名 称	平均高度(公尺)	面積(平方公里)
西藏	4500	2 000 000
帕米尔	4000	100 000
玻利維亞	3800	950 000
(南極洲)	(2500)	(12 800 000)
阿比西尼亞	2200	450 000
阿尔明尼亞	2000	350 000
(格陵蘭)	(1900)	(1 870 000)
科罗拉多高原	1800	500 000
伊朗	1300	2 500 000
喀拉哈利	1000	2 100 000
德干高原	800	400 000
比利牛斯半島	650	130 000

平方公里)，在除去高度相同而成因迥異的南極洲与格陵蘭以后，可能会减少。但是，如果据此即得出結論，說所有的均夷面的面積少于30,000,000平方公里，那是極不正确的，其面積可能是远远地超过此数的。問題在于，寬广的均夷面区位于絕對高度較小的陸台和結晶地盾区。在这里，均夷面已列入中部地貌階梯——大陸台地組成之中。

由这里我們可以得出一个結論，就是中部階梯上部階梯并不完全是地貌学的概念，也就是說，不完全是形态成因的概念。它們乃是高程測量数据与地貌数据相一致的一种东西，而这种一致是并不完全的。

下面，我們可以看到，均夷面或殘余面可以分为表現着不同發展歷史的兩種类型：(1)原始殘余面；(2)終極殘余面，前者的特征为絕對高度小及分布于地盾区。后者位于較大的高度上，見于地球的地槽区。

另外还有一个理由使我們不能把上部地貌階梯确定在極肯定的海陸起伏曲綫的部位上。因为每一个这种弯曲的位置是处于不同高度上的。C.С.舒尔茨的著作中可以找到这类很好的例子。

所以，均夷面形成了褶皺，天山山脉及波罗的結晶地盾都是这样



的。这些褶皱的半径很大，不过它在地槽区要比陸台区的稍小一些。因此采用早已开始使用的“大褶皱”<sup>①</sup>这个術語是很合适的。但是在这里需要注意的是，大褶皱乃是因垂直（半径向）运动而变了形的地表面。所以它們是張力的表現，而不是如烏索夫所提到的是压力的表現。

这些褶皱之寬广而緊密的頂部形成了高的均夷面——殘余面，所以，后者說明了第三紀末和第四紀初由于不久以前地球半径增大，因而地球物質以膨脹为主并發生上升。

**地球上的地形与地質構造** 可以得出这样的概念，就是大褶皱乃是垂直运动反映于地表面的普遍的形态——它們是与地壳的構造<sup>②</sup>毫无关系的現象。各地的地壳構造彼此間有很大差異，而大褶皱却是存在于各处的。在地貌文献中，尤其是最近期間的地貌文献中，已出現了这种觀念。

在M. C. 卡列茨卡娅与C. H. 馬特維耶夫的精闢著作中，尤其表現了这种觀念。这部著作的思想可以用作者的話來表示：“山地隆起的龐大穹部，宛如巨大的凝固了的波浪，圍繞着无边无际的哈薩克斯坦平原。強大的呼吸節律表現在山地的形态上，它們是很神密的，它們的年齡还是一个謎”。这篇文章特別地指出，天山的地形是一个大褶皱。作者对于阿尔泰山也抱着同样的观点。如我們所見到的这种觀念，在一定的範圍內，是正确的。不过作者在这里忽略了造成地壳运动另一种形态的地質構造。尤其是曾为B. A. 奧勃魯契夫所特別指出的地壳上的斷裂。作者对于斷裂很少注意。他們承襲着瓦·彭克的觀念，彭克誇大了大褶皱在地球上地形形成中的作用。不久以前，E. M. 謝尔巴科娃在阿尔泰山楚列什曼河谷所完成的地貌調查証明，阿尔泰山的隆起是过于一般化和抽象的。阿尔泰山的上升，形成了各种不同高度与橫断面的波形，然后又摻雜了同样明顯地表現于地形上的構造裂隙。

①如前所述，这个字有很多的同义字。

②M. A. 烏索夫認為，構造表現为“岩層的產狀与相互关系”（見第3頁）。

关于忽视地質構造在隆起中的作用，我們可以在B. Л. 李契科夫分析均夷面的文章里看到。在这篇文章里，作者根据高程測量的数据，列举出欧亞大陸上整个巨大的阿尔卑斯山帶内一組恒久不变的水准面。B. Л. 李契科夫認為，每一个面（与該隆起之軸相平行而伸延的）都有同样的高度，它們与該地各种各样的構造毫无关系。在B. Л. 李契科夫的觀點中，我們可以看到高程測量数据与地質構造数据間的不一致，这就无法正确地來解釋高的均夷面。我曾在一篇專門論文中指出了这一点（1946年）。在把B. Л. 李契科夫的結論与穆拉托夫列举的阿尔卑斯型山帶的地質構造数据相比之后，我曾指出B. Л. 李契科夫的結論脫离了地質構造的数据。

如A. B. 彼依維所說（見23頁），大褶皺乃是一种深的構造。这些構造的基本特点如下：

（1）深度大及伸展的面積广；“这些構造大多深入到数十公里，也可能达于一百公里的深处”。

（2）个别發展的長期性（“多階段性”），它們繼續發生于几个地質紀，甚至于几个地質代之內。

（3）在正向或負向的深構造中，沉積岩或岩漿岩建造的特殊性（“标型性”）。

特別是，在与大褶皺一致的地質構造中，常有断裂，这种断裂彼依維也称为“深”断裂。

在烏拉尔与天山（捷尔斯科-卡拉套与塔拉斯-費尔干納断裂）都有这种深断裂。断裂成直綫形綿延数百公里，其深度——有时也达“一百”公里。它們連續地存在于好几个地質时代之中。塔拉斯-費尔干納断裂还在志留紀时就已經存在了，而沿着該断裂發生的移动則一直繼續到石炭紀、中生代和新生代。如圖（19a与19б）所示，它非常顯明地表現于地形之上。直綫形的卡拉苏河谷就位于这条断裂綫上。在这条河的上游，有兩個大的延展的湖。

塔拉斯-費尔干納断裂是一个非常好的例子，它說明了大褶皺（其中亦包括断裂）的主要構造特征如何地参与了地方地貌的形成。

其構造反映于大褶皺表面發展中的各个大褶皺的情况就是这样。

所以，地貌学者不应该忽视这类资料。我们要永远记着，地表形态与地质构造乃是同一个过程——地球物质运动——的表现。当升降运动的概念发生的时候，学者对于它们的研究还没有考虑到构造级别的资料。不过在那个时候还没有构造地质学。如果我们今天在还以“非构造的”或“地质以外的”看法来分析地形形态的成因，那是无论如何是不正确的。



圖 19a. 塔拉斯-費爾干納斷裂在地形上的反映。  
卡拉-蘇河的直綫狀河谷。航空照片

个别的大褶皱，如高加索、阿尔卑斯、天山山脉属于第一级的较大的构造单位——地槽区——。上述穆拉托夫的论文曾经对地中海地

槽区内各个構造及其相互位置作了出色的描述。

大褶皺的变形也發展于陸台区。属于此类的有俄罗斯陸台上的陸向斜与陸背斜。根据 H. C. 沙茨基的証明，在它們的形成中，“水平方向的应力是不起任何作用的”（1945年，見第15頁），波罗的結晶地盾亦屬此类。陸台的構造特征表現于另一种大褶皺的形态上。这些变



圖 195. 塔拉斯-費爾干納断裂在地形上的反映。卡拉-苏河的直綫狀河谷及其中的塌陷湖。航空照片

形的幅度不大，不再保持直接的方向，隆起呈穹形，面積（波罗的地盾）極广。

所以，地球的主要構造分類——分為地槽區與陸台区——也決定了深構造（大褶皺）的形態。

因此，我們必須談談這兩個主要構造分類，並判明其在地貌上的表現。我們同意 A. Д. 阿爾漢格爾斯基與 H. C. 沙茨基對於這些構造性質的看法，他們的意見是比較一致的。

“所謂地槽區乃指的是那些運動非常強烈並極其多樣的地區。在這個地區中，通常稱為造陸運動的垂直升降運動具有相對比較起來是極大的速度與幅度。

與整個地區的隆起及下降的同時，該地區破裂為個別的地塊，它們以極不相同的速度，並且有時朝不同的方向移動。各個地段在運動上的差異，其結果就是將地槽區分解為許多窪地（地向斜）與地塊隆起（地背斜），它們使地表形成異常明顯的地形，這些地形成為地槽區的特徵<sup>①</sup>。使組成地槽區的岩層發生褶皺的運動尤其是地槽區的特徵。

地槽區火山作用的分布極廣，它既表現為噴發，也表現為侵入的形態。由於具有極其明顯的地形和山塊，地槽區內窪地（它們或將為海所占領，或分布於陸地上）中沉積物的沉積作用進行得非常強烈，在這裡堆積着非常厚的沉積岩層。”

在轉而談到陸台区的特徵時，阿爾漢格爾斯基又繼續說：

“在陸台区，無論是整個物質或是個別地段的造陸運動，都具有相對地說來是較小的速度與幅度，所以這些地區的特徵是有基本上比較平穩的地形<sup>②</sup>。在陸台上，褶皺是根本沒有的，即有，其形態也很不明顯。”

在這些簡短的描述中，指出了因構造不同而互異的地形的特徵。

這個分類比較其他學者，譬如，布勃諾夫所提出的，要簡單些。

但是它在邏輯上是嚴謹的，在地貌上的表現是很明顯的。這個分類的依據是由於垂直造陸——升降——運動規模不同而產生的差異，如我們所見到的，這種差異在地形基本特性的形成上是起着決定作用的。

結論現在我們來指出，形成地形主要形態之過程的主要規律。

1. 地球物質的膨脹及因此而生的地殼的擴展與相反的收縮作用之交替。現在地殼在經歷着擴展的階段，更確切點說，地殼在不久以前——在第三紀末期，經歷着這個階段。

①重點是我加的——馬爾科夫。

②重點是我加的——馬爾科夫。

地壳的擴展对形成地形最大的高差——一方面是高山(高准平原)的大褶皺；一方面是海底的低水准面，創造了先决条件。

2. 这种过程是地球物質改造的結果，尤其是与放射性元素分解及岩漿中物理化学作用有关的，岩漿的積極上升运动与下降运动的結果。

3. 地壳的擴展与岩漿的積極活动，与海洋下面岩石圈較重地区的沉降及陸壳較輕地段的隆起相結合。

4. 这些过程所造成的地質構造，在以后决定了地壳垂直运动的特性。地槽区的隆起形成了上部地貌階梯。中部地貌階梯則与地球上的陸台区一致。

地球上的現代地形就是上述过程的結果。具有三种地貌階梯及位于其間的陡坡地段的海陸起伏曲綫圖已經把地形總結了起來。低的地貌階梯——海洋底部已由于海洋壳的張力与重量而沉降到海面下4700公尺处。

地壳的輕的部分就是大陸上的陸台区与地槽区。大陸上的陸台——这是一种坚硬而很少变动的、稍有上升趋势的構造。高山相当于地槽区，而山的緊密部分——上部地貌階梯——乃是在不久以前的地質时代中因大褶皺上升而隆起的低的地形。

海陸起伏曲綫上的大的高差反映了具有高大山脉与深峻海洋盆地的地球上地形的現代發展階段。

### 3. 地貌分类与分区的要素

到目前为止，我們把地形形态分为第一級与第二級两种，在后者中，我們又分为大陸和海洋以及“填充”于它們之間的形态。

虽然这些名辞为地貌学与構造学(沙茨基)所引用，但是它們的表現力是很小的。不过它們比起那些名不符实的其他的名辞所引起的誤会还是少一些。这里我們需要提到不久以前(1946年)И.П.格拉西莫夫所提出的名称。И.П.格拉西莫夫把最大的形态——第一級的——叫做大彫塑形态(геотектура)(从“текос”一字轉來，текос意为彫塑)。不过要按这个字的字义來說，它是不應該僅僅用于大的地形

形态上的。把“構造形态”(структурные формы)这个名詞用在 主要是由大地構造所形成的地形上也会發生誤会。在地貌学中,到目前为止,这个名詞是被理解为另外一种涵义的。

應該永远記住,任何一种分类都帶有把完整的現象人为地割裂开的成分。地球体的波形“大陸”与“海洋”、大褶皱——都是一个过程的產物,地球的收縮与膨脹、重力运动及活躍的岩漿活动都是这个过程的不同的表現。但是,大形态的各种分类既然是存在的,那么这些分类就应该加以探討。

最近,地理学者曾經对地球上大形态的分类下了很大的功夫。現在我們先列举出外國学者的四派:什米特恆涅尔、科斯馬特、恩格尔英及馬哈契克。什米特恆涅尔划分出了三种形态,它們和我們所定为第二級的形态相当。这就是——平原、“岩檻”(пороги)与山脉(在什米特恆涅尔的著作中,每一种上面都加了一个字首“大”字——如 Grossflachlander, Grossschwellen, Grossschrücken等)。

1. 平原——东欧平原, 西西伯利亞平原, 北美平原及高平原(戈壁、塔里木)。

2. 岩檻——地壳上相当广闊的隆起, 在平面上的外形不規則, 如中部德意志岩檻, 以及某些高而广闊的山地隆起。

3. 山脉——这字的普通涵义为: 地形高峻和成綫狀展延的地区。科斯馬特在其所著的“古地理学和構造学”一書中划出了五种基本的地形类型:

1. 山脉
2. 殘余山(結晶地盾上的高地; “阿比西利亞型”——位于沿岩石圈断裂下沉部分之間的山地——东非)。
3. 成層的階梯狀平原——低高原型, 如东欧平原。
4. 堆積平原(西西伯利亞低地)。
5. 火山景观(火山錐, 噴發岩盖)。

至于恩格尔英他只划分出或多或少与星体級形态一致的几种形态。

在評論上述各种分类时, 我們不能不肯定, 它們在成因方面是考



慮得不夠的。實際說來，什米特恆涅爾所依據的是形態的原則，而科斯馬特所採取的是一種折衷的原則：有些形態是由構造過程造成的，有些形態是因平行岩層而進行的剝蝕作用形成的，另一些形態則是由堆積作用形成的。所以上述的分類是不恰當的，它們不能使我們滿意。

馬哈契克在其著作“地球的地形”一書中所作的“大形態”的分類，也是不成功的。這部著作是論述區域地貌學問題的內容極為廣泛而新穎的地貌學<sup>①</sup>著作。顯然在這樣的一部著作中，對地表基本形態進行地貌分析的作用該是多麼的巨大。然而馬哈契克告訴我們的是什麼呢？——沒有一點是他自己的見解。他仿照布勃諾夫的構造體系，劃分出地盾、陸棚、地槽帶，以及海洋的深淺帶。在這些大地構造的 분류中，馬哈契克加進去了複雜的地貌學內容，因此，他所採用的原則就未能使世界上的情景變得有條理，反而把它弄得一團糟。譬如，他把阿爾卑斯山區以外的整個歐洲，以及從帕米爾、西藏直到勒拿河和東部的鄂霍次克海為止的幾乎整個亞洲都歸入同一形態類型之中（？）。還有，他把東歐平原和撒克遜山地等也都歸入同一地區（陸棚區）。

在馬哈契克的分類中，構造與地貌是互相對立的。他沒有能找出基本的大地構造的正確的地貌表現。馬哈契克沒有能解決大形態的地貌分類的任務。

所以，應該說，他的分類是毫無成效的。

不難了解，包含成因的觀點可望從地質學家的大地構造系統分區中取得。

最簡單並有原則性的，就是阿爾漢格爾斯基的分類，他劃出了兩個基本大地構造——地槽與陸台。

地槽，或者更準確一點說，地槽區，並不是進行長期而巨大的沉積物堆積作用的窪地。地槽乃是活動性極大、地形劇烈切割、火山作用強烈的地區。阿爾漢格爾斯基所下的定義已引述如前。

阿爾漢格爾斯基的分類只有兩個要點，所以是非常簡明的。它要

<sup>①</sup>該書在1947年，即蘇聯地貌學者論述蘇聯領域內地貌分區的著作問世以前出版。

比，譬如說，布勃諾夫的分類要簡單些，因為後者還有一個第三類——陸棚。不過，這個分類仍是使我們滿意的，因為它考慮了因垂直的造陸（升降）運動的規模而產生的地殼主要大地構造的對立性。

所以，考慮到上述基本大地構造分類的那種地形分類才是合理的。

我們（和許多研究員一起）所編的蘇聯領域地貌分區圖<sup>①</sup>就是在一定程度上以這個原則為根基的。

在這個圖上，有三種不同的地形類型，它們所占的面積最廣，其名稱是：

- （1）侵蝕—大地構造地形，
- （2）構造地形，
- （3）堆積地形。

侵蝕—大地構造地形最顯著地表現於地槽區，尤其表現在展延於蘇聯南境的廣大地槽區。在這裡，發育着高山和均夷面（天山、准葛爾阿拉套、東帕米爾等內陸剝蝕高原）與深峻的山間低地的結合物。所以，這個地形並不是單純的山地地形，而是高低起伏性極大的對照性地形，它指出了岩石圈中垂直運動在正負方向及幅度方面互不相同的地段的鄰接區。

與地槽區相反的，還有構造地形區。這就是寬廣的陸台区。陸台的褶皺基底只在中部出露於地表。褶皺基底的地下部分面積極廣，它們被掩蓋在幾乎沒有變位的各種時代的沉積層之下。岩層變位微弱以及它一般對於剝蝕營力的抵抗性大，隨着構成地表的地層不同，而形成了不同的剝蝕條件。所以，地形的特徵就反映了地質構造的特徵，反映了它的構造。兩種基本構造地形的空間分布可以在圖中看到。它們與俄羅斯陸台及西伯利亞陸台一致，並且佔據了蘇聯歐洲部分及中部西伯利亞高原的大半部。

侵蝕—大地構造地形類型與構造地形類型反映了地槽區與陸台区在大地構造方面的對立性。但是這種對立性只表現在這樣一些地

①圖略地表示在第20圖中。

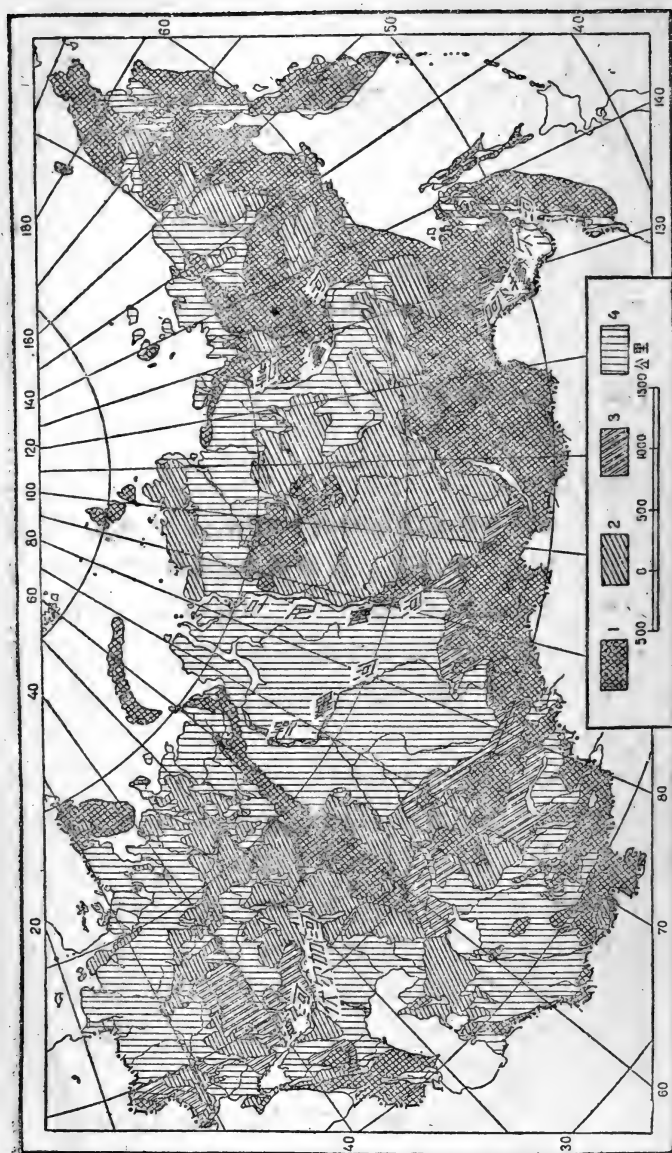


圖 20. 苏联的侵蝕-大地構造地形 (1),  
構造及割切地形 (2及3), 堆積地形 (4) (依照苏联地貌分区圖)

方，在那里，各个地方的垂直隆起都比沉降占优势，并且各个地方在运动的正负向方面是一致的。在这里，我們还需要再分出另外一个特殊等級，这就是表现出地壳垂直运动在正负方向方面相反的地方，这种地方既存在于地槽区内部，也存在于陸台区内部。

这样的地段已在圖上指出。此即相对沉降的地段。它們的特征为堆積着松散的物質和表现为堆積地形。通常，这类地形类型的具体表现就是淤積平原，它們可能是陸台区平坦而寬广的平原，也可能是地槽区深的沿直綫伸展的平原。

以上三种主要地形形态在苏联領域中占有很大的面積。由于它們在世界整个陸地六分之一的地区中已是如此的重要，所以根据这一点，它們在整个陸地中也是重要的。

这三种形态可以叫做第二級形态的主要类型。必須指出，它們是依照垂直运动的幅度与方向的大小（即以之为基础）而划分出来的。

上面所說的都是关于大陸上的地形，或者說是关于第二級形态的。至于大陸与海洋，則它們的主要外形可以分为三种地貌階梯，这就是世界洋的底部、大陸台地与高均夷面。

根据上述各点，我們可以得出如下的分类：

### 第一級形态

- (1) 世界海洋底部級。
- (2) 大陸台地級。
- (3) 高均夷面級。

### 第二級形态

- (1) 侵蝕-大地構造型，以上升發展为主，位于陸台区。
- (2) 構造地形型，以上升發展为主，位于陸台区。
- (3) 堆積地形型，以下降發展为主，位于地槽区与陸台区。

上列分类是考慮到地壳基本構造的差異的，不过我們不要从字面上去追索它們。这当然是很自然的，因为我們所需完成的不是大地構造学的任务，而是地貌学的任务。

## 第三篇 地貌水准面

(地形形成的力量——内力和外力的相互作用的研究方法)

### 第六章 外因作用的一般评价与地貌水准面

**数量的评价** 世间有一种很普遍的观念，依照这种观念，外力作用仅能造成地形主要起伏中的细节。而地形的主要起伏则认为是由内力作用所造成的。地理学者的这种错误的意见实在是因为他们与地质学者之间缺少密切的联系而产生的。B.П.李契科夫正确地驳斥了这种观念。倘使我们具有历史的眼光，就会很容易地相信在好几个地质时代中累计起来的、外力作用之巨大的形成地形的作用。必须承认后者与内力作用二者是相当的。

上述这一点的正确性可以用不同的方法来说明：首先是对剥蚀作用的具有数量上之效果的粗略统计。譬如，阿·彭克曾经估计过（1934年）剥蚀作用平均在一千年内使地表面减低8公分左右。根据这点来算，现代地球上的地形可能在13,000,000年之内被夷平，也就是说，可能在相当于白垩纪至现代这样一段期间内被夷平。换句话说，阿尔卑斯造山期的升降运动所造成的现代地形的总和，是在相当的程度上与在此同一时期被剥蚀了的地形的总和相等的。两种作用——内力作用和外力作用（剥蚀作用）——在数量上是互不相等的，但是却表现为同一种数值。外力作用在较上面所讲的期间还长得多的时间内，一直在改变着地形。B.И.维尔纳茨基与Л.С.贝尔格促使我们注意这种情况。维尔纳茨基写道：在外力作用的整个时期内，因受外力影响而生成的沉积层约共有130公里厚，相当于地球半径长度的2%。而现在沉积层只不过5—6公里厚，这是因为它们不断地遭受变质的缘故。现代的地貌学认为剥蚀作用与堆积作用是互相关联的。所以，沉

積層的巨大的體積是與被剝蝕的地形的體積相等的。

在這裡必須考慮到的，就是內因和外因的相互作用已經繼續了很長的時期——大約2,200,000,000—2,500,000,000年。2,500,000,000年——這是地殼的年齡，並且也是地形的剝蝕因素——地球上的大氣圈與水圈的實在年齡。正如目前所認為的，就是地盾區已知的最古老的結晶岩層也是變化了的沉積層。波羅的結晶地盾中最古老的岩層——卡累利阿花崗片麻岩——在其底部包含着沉積成的頁岩層（齊莫菲也夫）。這些岩石的年齡為1,800,000,000年。所以，現代地球上的地形是在與內力作用程度相等的外力作用下構成的。並且這種說法無論對於年青的地形形態抑或最古老的地形形態都是正確的。

關於兩種作用規模相等這一點可以在將沉積層的總的厚度與侵蝕深度互相比較之後得到証實。愈靠近山，則兩者之值就按比例增大。愈靠近平原，則兩者之值按比例減小。譬如，在高加索，地槽沉積層的厚度共達9公里，其中有80%是陸源沉積物，也就是說，它們是陸地的沖刷產物（李契科夫，1932年）。B. B. 別洛烏索夫曾經特別地研究過高加索沉積層的厚度。他繪制了很多幅各種沉積岩層的厚度圖，這些沉積岩層都是升高的高加索山脈的沖刷產物。別洛烏索夫得出的厚度之值和李契科夫的相同。印度恒河窪地的沉積層厚度達6公里（21,000呎，據瓦第亞），克什米爾河谷的第四紀沉積層厚度為2.5公里等等。

	俄 羅 斯 陸 台	烏 拉 尔
中泥盆系	几十公尺	600公尺
土侖組	約40公尺	300—400公尺
含煤層	几十公尺	200公尺
中石炭系	120公尺	400公尺
上石炭系	30—40公尺	700—900公尺
亞丁斯克組	无	200—9000公尺
楚索夫組	无	450—500公尺
昆古尔組	20—30公尺	100或100公尺以上
合 計	300—400公尺	3,400—12,650公尺

Б.Л.李契科夫(1934)对烏拉尔与俄罗斯平原提出了以下的数值。在古生代时，搬运出的物質的厚度見表（見 129 頁）。

沉積層的厚度与侵蝕切割的深度相一致。这些沉積層可以看做山地冲刷的相关联的地形，这些地形反映了地壳垂直运动的幅度。在陸台区，河谷割切深度减少的程度和与冲刷作用相关联的地形——疏松沉積層减少的程度相同。这种割切深度减少的情形也說明外力作用与內力作用在它們的数量表現上的一致。

俄罗斯平原具有以下值得注意的現象：年輕的河谷切鑿了古老的河谷，和它位于同一高度。象这样在一个水准面內有几代的河谷網結合在一起的情况，說明了垂直运动幅度是極小的，后者和侵蝕切割深度小及沉積層厚度不大都是相符的。在莫斯科附近地方，类似的情况曾为尼基京及其以后的丹申（Даншин）描述过，并且在这里，侏罗紀前的河谷網是和冰期前的河谷網以及現代的河谷網合在一起的。在列寧格勒省，現代的河谷、冰期前的河谷以及泥盆紀前的河谷都合在一起（馬尔科夫，1931）；在頓河地帶——老第三系、第四系及現代的侵蝕溝都合在一起（杜卡斯基）。

“如果只根据地貌特征來研究頓河盆地的古代河流階地，則这些階地可能不致分到兩級以上。而苏联欧洲部分南部的河谷歷史就复雜得多了；所以这就要求我們必須使用另外一种方法來研究階地”——М.Н. 格里申科（Грищенко）这样寫道。这个地帶的階地一共有四級，其中有兩級是埋藏階地。

頓河的巨大的古代河谷有300公里寬，它包括：（1）耶尔根尼上新世前的層系，其中分兩個層；（2）上新世層系（“群智”与“民德”）；（3）及（4）第四紀沉積的兩個層系（“里斯”和“武木”）。冲刷深度达100公尺。

所以，冲刷是集中在一个水准面上的，或者更精确些說——在狹窄的垂直間隔中。

所有以上列举的理由都使我們認為：外力作用对于地貌的作用在数量上是和內力作用对地貌的作用相等的。这是第一个結論。

以下我們談談地形在外力下的改造，因为它的数量上的意义是很大的。因此我們將要特別地提到河流侵蝕的作用。不过我們还有另外一个選擇一些个别外力作用的标准。

**地貌水准面** 地形因內力而生的改造主要是在地表隆起和沉降的过程中進行的。这些运动就是地壳运动和半徑向运动。

在地表面，地壳的升降运动是与外力作用群互相对抗的。这些外



力作用就是海壳（океаническая оболочка）、陸地水及气圈的移动，它們引起了地壳上的物質的移动，从而改变了地形。水圈与空气圈的移动是太陽能与重力（也就是与地壳升降运动一样的沿地球半徑方向發生的力）所引起的。上述外力作用的影响夷平了地形并且造成了一定的水准面（уровенные поверхности）或地貌水准面。

地貌水准面的种类和突出地表現出來的外力作用的种类一样。每一种外力作用的势力只限于本地貌水准面的通徑（параметра）之內。

在某一一定的水貌水准面範圍內，相应的水貌作用就是主導的作用。我們看到四种地貌水准面：

- （1）海洋水准面——海蝕-堆積台地，
- （2）侵蝕准平原水准面，
- （3）雪綫水准面，
- （4）山頂水准面。

如果地壳是不动的，則每个地貌水准面可能具橢圓球体的性質，以同心圓的狀態包裹着地球橢圓体的表面。每个橢圓球体表面曲綫的不正規的程度則决定于主要地貌过程的分布特点与地貌的影响。

然而地壳是在变动着的。它的变动改变了地貌水准面——橢圓球体——的外形。我們所看到并且正在研究着的水貌水准面乃是因地壳运动而或多或少地变了形的水准面，最好是說，它是由于構成地形的內力作用与外力作用的相互作用后而生成的水准面。

所以，研究地貌水准面可以作为研究內外力作用相互作用的主要方法，或者簡單一些說，可以作为理論地貌学的主要方法。

我們在本書第三篇中來討論这个方法。而在前一篇——第二篇——則是初步地闡述了一些不弄清楚就无法分析地貌水准面的問題。

对于某些地貌过程說來，目前我們还不能看出記錄某一种过程与地壳升降运动相互作用的水貌水准面。譬如風力作用就屬於这一种作用。我不拟討論这种作用，因为我們完全不知道，或者几乎完全不知道由于風力作用与地壳升降运动相互作用的結果所構成的形态是怎样的。

所以，我所提出的任务也就是地貌学中通常当作主要任务所提出

來的那个任务。这就是了解地球的面貌，研究內力和外力的相互作用。这个問題已經为現代杰出的外國地貌学者——戴維斯与瓦·彭克——解决了。然而从方法上說來，他們处理这个問題是目标不甚集中的，而是多头的，关于这点我將在本書最末一章談到。

## 第七章 海蝕 - 堆積水准面

在本章中我們要談兩種現象——海洋壳的表面和由于海洋表面的移动而形成的海蝕-堆積台地。

在地貌学者看來，海洋壳的移动是非常有趣的。它是由这种情况所决定的，即：海洋水准面是与橢球体-地球体的表面一致的，而簡單地說來，就是一种水平的表面<sup>①</sup>。总之，从大地測量学上來看，海洋水准面是非常簡單的一种概念。所以，如果这个水准面的遺跡为地壳升降运动所改变的話，那么地壳升降运动就会从古老海岸綫处的海洋水准面与海蝕-堆積台地的遺跡变动的形态上辨認出來。在这些地形形态上，記錄着坚硬地壳表面变动的情况，它們是地貌变化的極好的表征。

除此以外，由于海洋壳的移动在海洋的沿岸地帶進行着海蝕作用与堆積作用，因而也積極地塑造了陸地地形。所以，海洋壳的地貌作用是双重的作用——消極的作用和積極的作用。上述各点对于陸地上的水盆（водоём）——海-湖与湖——的水准面說來也是一样的。

### 1. 水盆水准面与地球上地形的变化

我們首先談談这个問題——怎样藉助于水盆水准面变化的研究，來判定岩石圈地形变化的性質。

首先，我們應該把那些真正因为岩石圈地形变化而發生的水盆水准面的变化与那些由于其他原因而發生的水盆水准面的变化区别開來。A. П. 巴甫洛夫曾經很恰当地定出了兩種海洋水准面变化类型的

<sup>①</sup>在海洋区地球体的“波”在150公尺以下（見第四章）。这个数字决定了地球的海洋壳的“地形”幅度，此幅度在这种情况下可以忽略不計。

名字，这就是地动型水准面变动（геократическое колебание）及水动型水准面变动（гидрократическое колебание）。

水动型水准面变动 我們現在要談的問題就是海洋水准面高低位置的遺跡与（1）海洋壳本身的变化，（2）与地壳运动究竟有多大的关系。

下面的数字可以做为討論这个問題的一般的标准。我們已經知道：最高的海洋岸的年青的遺跡比較現代的海洋面高 1200 公尺，最低的比較現代的海洋平面低 2000 公尺。

上述的古老海岸的高度变化幅度是否可以用海壳本身的变化來說明呢？

水动型水准面变动可能由于种种的原因而產生。阿·彭克在不久以前曾經企圖研究这些原因。水动型水准面变动可能由于海洋及一般水盆中水量的变化而產生，也可能由于地球体与橢球体形态的变化而產生。

某些学者認為：全世界海洋的蓄水量是不变的。В. И. 維尔納茨基就抱有这样的观念。他在“地球化学概論”一書中（第 101 頁）寫道：“在海進中重新形成的海，看起來好象是全世界的海洋在上漲似的，而其实海洋的水量是不变的”。依照維尔納茨基的見解，水是在参加着循环作用的，从海洋中被“取去”的水会重新回到海洋中去。

这个观点是不能認為正确的，并且在很久以前就已經有相反的观点，認為海洋的蓄水量是在变化着的。譬如，康德（Кант）就認為海洋是随時間的進展而將日益消失的，这是因为海水参加了化学作用，或者从物理作用方面來說，它們是被地壳所吸收了。就从岩漿含水量極大这一点來說，海洋中的蓄水量也是当然要变化的。在花崗岩的岩漿中，水份占总重量的 8 %。因为岩漿作用在地球歷史的各个階段中并不是在同一強度下進行的，所以顯然的，海洋的蓄水量不能不因此而变化。

遺憾的是，我們对于上述的現象目前还没有作相当廣泛的定量分析。

阿·彭克曾經做过如下的、非常粗略的估計：全世界海洋的容量

共为 1370 立方公里，連陸地上的水算在一起共达 1600 立方公里。海洋的年齡大約为 16 億年。如果我們假定全世界海洋的水都是因岩漿而生成的，則在每 1 百万年中岩漿分出了 1 立方公里的水。如果把上述容量分配到全世界海洋的表面上去，則可得出水准面每 1 千年升高的速度約为 2.8 公分。

实际上地貌学中所引用的、可以看得出的、水盆水准面的变化速度为每 1000 年 10 公尺(芬諾斯堪的納維亞)，或者說，是上列数字的 40,000 倍。所以即使我們認為所有海洋的水都是由原生水來的話，我們也无法解釋已經觀察到的海洋水准面变化的千万分之一。很顯然，这些变化的主要原因还是另外一些。

有一种觀念比較普遍地流傳着，依照这种觀念，海洋水准面是因为水圈中部分水的聚集状态的变化而变动的。这样的話是指着冰期的影响而言的，后者自太古代起曾反复地發生过很多次。大陸上，冰川复盖層的形成反映在注入海洋的河流流量的减少。在第四紀中，最顯著的类似的变动曾被研究过。它們可以称为水动型海面升降<sup>①</sup>运动 (гидроэвстатическое колебание уровня)。关于水动型海面升降运动与冰塊的融解及堆積有关这一点是沒有疑問的。就是在現代，我們也可以看到这一点。瑞典的学者托拉林遜(Тораринсон)在不久以前曾經注意到这个事实，就是近几年來設置在斯德哥尔摩的檢潮标記錄着波罗的海水准面的降落速度减小了。这个事实可以从兩方面來解釋：(1) 波罗的地盾隆起速度的減緩，(2) 全世界海洋(其中的一部分就是波罗的海)水准面上升速度的增加。大家都知道：

最近几十年來已經看到冰川的普遍剧減。这种冰川减少的后果就是海洋水准面因融水的注入而上升。这样的上升是以公厘計算的，不过由于多年來一直地繼續上升，所以它們在斯德哥尔摩就足可以觀察到了。

这些觀察說明：水动型海面升降运动是确实存在的。

內陸海湖水准面的变化也是在同样原因的影响下產生的。里海水

<sup>①</sup>Эвстазис意为“穩定的”。这个名詞是休斯所創始的，他的意思是，海洋在升降，而陸地則不怎么运动，因为它是不可可能升高的(見前，第二篇)。

准面的变化尤其具有重大的意义。大家都知道，里海水准面是一直在降落着的，从 1930 年起，15 年以來里海水准面共降落了 191 公分。实际說來，里海水准面的低降在更早时候——从 1897 年起——就已經开始了，不过在那时候進行得并不象最近 15 年那样顯著。里海水准面平均每年降低 34 公厘。从事研究里海水准面低降原因的 Б. Д. 查伊科夫認為“促使水量低減的根本原因就是在这个时期中雨雪降落量的不足以及冬季的漫長 (95%)” (見第 48 頁)。河流中積雪的補給減少，尤其是伏尔加河 (有 77.7% 的水量注入里海) 中積雪的補給的減少，是里海水准面低降的原因。

实际上，这个过程和冰川作用时期中海洋水准面低降的过程是一样的，后者也是由于河水流量減少而生的。所以，就是在現代，水动型海面升降引起的水盆水准面变动也是在進行着的。

現在所有的問題又都归于一点，就是，我們根据水动型海面升降引起的水壳变动的机理可以說明已在古老海岸綫中看到的变化幅度到什么程度？我們已經知道：在最近一次冰期中，冰塊的融解使得全世界海洋的水准面大約升高了 80 公尺。現代南極洲冰塊的融解可能使海洋水准面升高 40 公尺，格陵蘭冰塊的融解可能使海洋水准面升高 8 公尺。冰盖的形成可能具有相反的效果——促使全世界海洋水准面低降。

从上列数字可以明顯地看出：水动型海面升降的原因可以說明士 100 公尺以內的海洋水准面的变化，而变化的高度只是我們在第四紀及新第三紀古老海岸綫或沉降谷河口中看到的高度 (和深度) 的  $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{20}$ 。

所以，水圈从陸地到海洋以及从海洋到陸地的重新分配只能部分地說明古老海岸綫位置的高度。

第三个可能促使海洋水准面变化的机理就是海洋圈的水在全世界海洋本身內的重新分配。

前面我們曾經估計过：随着新山脉的隆起，山岳就提高了地球体的表面，在山脉的邊緣地帶，地球体也經受到隆起作用。这个概念在現代已經失去了其以前所有的价值，因为山地岩石圈的高峻地段並沒有

象他們所說的那么多餘的物質（見第二篇）。地球体的表面看起來甚至比岩石圈表面還要平滑。總之，即使岩石圈上層物質的重新分配能夠促使海洋水准面發生變化，那麼這種變化在幅度方面說來也一定是很小的。譬如，阿·彭克曾經估計過：由於冰蓋的形成而發生的岩石圈物質的膨脹只能促使海洋水准面在冰帽邊緣發生幅度在4公尺以內的變化。

有些學者曾經企圖以地球轉動要素（элемент）的變化來說明海洋水准面的變化。

有些學者用兩極（地軸）位置的變化來說明海洋水准面的變化。地球的液體壳比較固體壳易于適應橢球体的形態的變化。如果兩極移動的話，則扁平的兩極附近地帶位置也會變動。愈靠近兩極的海洋，其表面就比海洋下面的固體地壳降低得更快一些。由於液體壳與固體壳運動不協調的結果就發生了海退。與此同時，在極地的相對的那一面（在相對的經綫），海水就會進入陸地。換句話說，隨着緯度的增加發生着海退，隨着緯度的減少發生着海進。

魏格涅爾曾經應用上述的道理。他的思想過程是這樣的：在歐洲，從石炭紀到侏羅紀開始時，主要是海退；從侏羅紀到始新世，主要是海進；而在始新世以後，主要的又是海退。在這里面非常顯著的是：歐洲的中生代和老第三紀的水盆都會具有高的氣溫狀態，但在始新世之後，氣候就變冷了。我們能不能用中生代時極地距歐洲遠，始新世後極地距歐洲近，因此終於引起第四紀的巨大冰川作用這樣的話來解釋這些相互關係呢？

因為這個原故，魏格涅爾就企圖以極地位置的變化來說明海洋水准面的變化。

上面我們曾經說過（見第二篇），這個假說中所引用的極地位置的巨大變化是不怎么可信的（魏格涅爾把第四紀初期的極地位置搬到北緯 $70^{\circ}$ 西經 $60^{\circ}$ 的地方——與它現代的位置相差 $30^{\circ}$ 度！）。

最後，海洋水准面的變化也曾被學者以由於地球圍繞地軸轉動速度變化而生的地球橢圓体的形態變化來解釋。這些方法為休斯所發展。在他所著的“地球的面貌”一書的第二卷中，有標題為“海”的一章。在

这一章中，休斯發揮了以下的見解：从达尔文在“先鋒号”海船上航行之时起，人們都曉得，在低緯度地方有珊瑚構造沉降到珊瑚所不能生存的深度。因此，休斯寫道，在低緯度可以看到海洋水准面的升起，后者可以解釋为地橢球体在赤道方面的凸度加大。从另一方面說來，在高緯度地方可以看到海退。这种海退的遺跡在波罗的海邊緣与加拿大結晶地盾一帶是为大家所周知的。大約在高緯度地方可以看到地橢球体变得扁平。它首先表現在比較柔順的液体壳的水准面的低降。所以我們看到了地球在極地附近的变扁与在赤道一帶的膨脹同时存在，后者可以用地球近來轉动速度的增大來說明。这就是休斯提出來的海洋壳水准面变化机理中的一种。

这种說法并不能反駁下面的說法。这就是，目前大家都曉得的，高緯度地帶海洋壳的看來好似的沉降是可以用岩石圈的升起來說明，而不是用水圈的沉降來說明的。低緯度地帶海洋水准面的升起可能是在不久以前發生的，不过比較可以肯定的，就是它是由于冰川作用型海面升降的原因——大冰川冰的融解——而發生的。在第四紀中我們并未看到有象休斯所想象那样的地球轉动速度加快的其他任何象征。

根据上面所列举的各点，應該指出一种最普遍和最重要的情况。

水动型海洋水准面变动，也就是說，被認為是与地球硬壳表面升降无关的变动，只能讓我們用來說明已見的幅度为（自 +1000 到 -2000 公尺） $1/10$ — $1/15$  的海洋水准面变动遺跡；就是对于地球歷史近期中為我們所确定了的那些变动來說也是如此。所以，海洋水准面的变动并不是象我們过去所想象的那样進行着的，而是在很大的程度內由于地球硬壳水准面的升降而發生的，它就好象是这些变动的反应。

既然这样的关系确实存在，那我們在研究了水盆水准面变动之后，就有可能确定出地壳升降的規律，这是研究地壳升降的最好的地貌学方法之一。这些地貌学的方法是最便于应用的，因为通过海岸綫的原始表面是水平的。我們需要更進一步地瞭解应用上述地貌学方法的根本理由。

过去还没有人能象休斯那样地充分应用可以証实海洋水准面变动的材料來断定地壳的运动。休斯虽然也認為海洋水准面的变动是由于



地球轉動速度变化而生的，但后者是被他描述为次要的。依照休斯的見解：海洋水准面变动的主要机理与地球硬壳的表面运动相关联。这些变动的主要机理可以用下面的公式来表达：“地球收縮而海繼之”（第二卷，第 679 頁）。

然而，当地壳沉降地帶僅占有不大的空間的时候，——休斯接着說，——海洋壳的低降現象便擴展到全世界海洋的整个表面上。这时進行着普遍的、海洋水准面的負向运动。

休斯把这些海面运动叫做海面升降运动（эвстатические движения）。它們“表現于所有地表面上，在正的方向和負的方向兩方面其所表現的高度大約是相等的”。所以，海面升降运动是海洋壳所固有的运动，而不是看來好象是海洋壳的运动，因为后者实际上是陸地的运动。

海面升降运动也可能由于与地壳运动无直接关系的其他原因而生（如冰川作用型海面升降运动，由于兩極位移而生的运动，地球轉動速度的变化等——見上）。不过由于地壳运动而表現出來的运动是海面升降型海洋水准面变动原因之一。

休斯的功績在于：它正确地估計了表現出來的海面升降运动的規模。

然而海洋水准面也是在上升的。海洋水准面的上升看起來是和表現出來的海面升降运动一样的。这种机理休斯是很难解釋的，因为他曾經否定了地壳積極上升的可能性。他所提出來的是如下的解釋。他認為海洋水准面上升程度是依照海洋盆地被自陸地運來沉積物的充填程度而定的。

“海退系由于海底之沉降而發生，而海進則是当沉積物堆積时由于海底增高而發生”。

“進行得很慢，但是連續不断的海洋地帶的充填会促使海洋自其深处發生普遍的海進。……沉積物的生成促使海岸綫發生連續不断的海面正向运动。

因此，我們曉得，海面升降运动是具有兩種类型的。一种是由地壳沉降而發生的，这是偶發的（эпизодический）和負向的；另外一种是由于海洋沉積物的充填而發生的，这是連續不断的和正向的”（卷二，第 688 頁）。

**容量变动** 我們可以把休斯所理解的水盆水准面变动簡称为**容量变动** (колебания емкости)。

休斯的观点經受不住理論的批評，并且不能用数字來証实。

我們已經知道：地壳的升降是形成地形的主要因素，并且，这些运动在海底所及的范围与在大陸表面所及的范围是相同的（見第二章）。升降运动可能具有并且正具有各种不同的方向，并不象休斯所想象的那样，只是負向的。

此外，数值的計算也不能証实休斯海進机理的假定。即使我們假定：所有的陸地都被剝蝕了，并且陸地的剝蝕產物沉積到海底，在这种情况下海進也决不会达于我們所發現的、年代不同的海洋沉積層所在高度及第四紀(新第三紀)古老海岸綫的高度(絕对高度1200公尺)。

現在我們引用阿·彭克所做的計算（1934年）來証明上面所說的这一点。

大家都知道，海洋的平均深度是  $3800 \pm 100$  公尺；陸地的平均高度为  $+875$  公尺。全世界海洋盆地的体積（容量）为  $1,370,000,000$  立方公里，陸地的体積(零等高綫以上)为  $130,000,000$  立方公里。所以，海洋体積与陸地体積的比例达于  $11:1$ 。随着陸地的剝蝕程度与海洋盆地被陸地冲刷產物填充的程度，海洋的水就会被压挤到大陸上。上升了的（海進的）海洋水准面与降低了的陸地水准面会在某一个等高綫上相遇，这个等高綫將是位于距海洋原始水准面較近而距陸地原始平均高度較远的地方（因为海洋的体積比陸地的体積大）。彭克算出：这两个水准面相遇于海洋水准面上  $250$  公尺的地方。在此之后，海進就被阻止住了。它之所以被阻止，乃是由于陸地冲刷產物不再被搬运到海洋中去的原故，因为陸地水准面已降低到剝蝕基准面——海洋水准面——上了。在这个水准面以下的陸地（ $+250$  公尺）再也不会被剝蝕，彭克把这个水准面叫做坚硬地壳与液体地壳的疆界。我們應該把这个水准面理解为剝蝕基准面，而不应把它理解为現代的海洋水准面。

所以，根据彭克的計算，我們可以看出：由于海洋被沉積物填塞而發生的海進并不能夠解釋高海岸綫（ $250$  公尺的以及  $1000$  公尺与

1000公尺以上的)的成因。

還有，海進的波速是很小的。根據彭克的計算，現代大陸每年的搬運物共為 11.7 立方公里，這樣的沉積量約可使海洋水準面在 1000 年中上升 8 公分。而我們都知道：甚至於在陸台区（波羅的地盾），海岸綫也會在 10000 年中升高到 300 公尺的高度，亦即每 1000 年升高 30 公尺。這兩個速度大小之比約為 1:375。在地槽區，數值不相吻合的程度一定還要大些。

最後，彭克所計算的數值大約誇大了兩三倍。不久以前，沃林（Волин）曾經提出山與平原的搬運物數值如下（每 1000 年中的搬運物數量）：大高加索山——4.5 公分，外伊犁阿拉套——3 公分，北阿爾卑斯——5.7 公分，俄羅斯平原——0.3 公分，美國——0.38 公分……。

海面升降海進的主要機理是另外一種。它是因地殼隆起而生的。具有各種不同符號的升降運動應當看做海洋水準面的主要發動機，這些升降運動影響到海洋水準面縮小或增大了海洋盆地的容量。所以，海洋殼水準面變動可以稱之為容量變動（見上）。不過這個名字不如反映型水準面變動（отраженные колебания уровня）更為確切。地殼的升降——這是使海洋殼水準面發生變化的主要因素。反映型海洋水準面變動（由於地殼升降而發生的）——這是由於全世界海洋盆地容量變化而發生的部分的，然而是最主要的水盆水準面的變動。

**反映型水準面變動** 這個觀念的創始人是 А.П. 卡爾賓斯基、А.П. 巴甫洛夫及 Ф.Ю. 列文生-列星格（Левинсон-Лессинг）。關於海洋的海岸綫運動問題早在 1893 年的時候就已為列文生-列星格在極廣泛的程度上所提出。在此之後的阿·彭克的觀點實際說來也完全不出乎列文生-列星格的觀念範圍。

他的觀點對我們說來所以重要的原因，就是在我們看來，他非常正確地解決了我們的兩個基本問題。列文生-列星格認為：（1）在地球表面的重建過程中，地殼的垂直（升降）運動起着很大的作用；（2）不斷發生的陸地與海洋輪廓的變化及海岸綫運動的主要原因是地殼的垂直運動，而不是水殼水準面的自立的變動（水動型變動）。

現在我們从列文生-列星格所發表的講稿“关于陸地与海洋的世紀性演变”中摘錄出一些引文來，因为它論証了上述原理：

“他們（指一些學者——馬尔科夫）的意見在兩方面有分歧：一方面是关于陸地沉降的概念；另一方面是关于地球的水壳移动的概念——这些都是我們所要探討的現象的根源。我們可以把第一类現象称为地面离平現象（денивелировка），把第二类現象称为流水动力現象（гидрокинетическое явление）。前者是地球硬壳的运动，后者是与地壳运动无关的水壳的运动。

列文生-列星格提出了流水动力現象，亦即“世紀性的漲潮与退潮”的各种不同的原因。这些原因是很多的，并且这些运动是确实存在的。但是它們并不足以解釋我們在地史中所断定出來的海洋水准面的变动規模。要知道，“依照休斯的确切的說法，阿尔卑斯、喜馬拉雅、烏拉尔及其他很多的山就是已經干涸的并且被挤压了的海；而印度洋、大西洋与其他很多的海就是塌陷了的陸地”（第 82 頁）。列文生-列星格的結論是：“世紀性的漲潮与退潮在赤道兩旁顯得很均称，如果它們一般地被証實了，則它們可以毫無疑問地用自地球本身所生出的原因及地球的变形來說明，也就是說，它們可以用岩石圈的升降來說明，水圈是消極地追隨着这种升降而漲落的（第 89 頁）<sup>①</sup>。在第 91 頁中引用了卡尔宾斯基的古地理圖，后者早在六年之前就已提出关于俄罗斯平原地帶中地壳升降运动的觀念。

关于水圈消極地追隨着岩石圈而变动这个一般的結論不應該只从字面上去理解。后者只是已知的运动的独立性中的一部分。列文生-列星格提出了很多的这样的独立性，其中包括地面水量的可能的减少，因为“随着地球冷却的程度，与水相关联的化学过程便愈加深入于地壳中……这些化学过程是可靠的見証，証明它們是从为它們自地球大气圈和水圈窃取來的部分水所發生的循环中跑出來的……，它預示着我們地球的慘淡的將來，預示着它的地面的完全无水，所有生物的消滅以及和僵死的月球一样的慘淡的象貌<sup>②</sup>。

①重点是我加的——馬尔科夫。

②这个预言是不对的，因为地球并不是一直繼續冷却的物体。

奧格曾經提出了關於反映型變動機理的明確觀念。他的觀念是這樣的：海進是由於海洋中的水被從地槽的深處擠壓到大陸而生成的，而海退則是由於海洋中的水自大陸表面倒流入變凹了的地槽的海槽中而生成的。

“奧格定律”如下：

“在任何時候，當某些一定的沉積層在大陸中是海進沉積層的時候，則同一沉積層在地槽中就是海退的沉積層”。反過來說：“在任何時候，當某些一定的沉積層在地槽中屬於海進沉積層的時候，則其在大陸中就是海退的沉積層”（第 441 頁）。

所以，在地槽區，運動是同時期的；在大陸範圍內，它們是同時期的；如果將這兩個地區互相比較，則它們就不是同時期的了。譬如，奧格認為，中白堊紀的海進波及所有的大陸地區：東歐平原、波希米亞、阿爾丁尼（арденны）、法國的一部分、英吉利、西班牙。這個海進在非洲擴展到撒哈拉、埃及、阿剌伯、喀麥隆、剛果、馬達加斯加。它的水一直流到了印度、巴西、澳大利亞。

然而在同一時期中，在地槽區形成了大陸沉積，它們可以在阿爾卑斯、阿爾及利亞、突尼斯、高加索、安第斯等地辨認出來。

顯然，世界海洋的水過去曾經從地槽中被擠壓到大陸上去，但是它們在以後又重新匯聚到地槽的拗陷中。

依照這種看法，因為海洋水準面的運動是反映形成地形的基本過程——升降運動——的，所以就無需再用計算的方法來確證它們了。

蘇聯的地質學者反對“奧格定律”。А. Д. 阿爾漢格爾斯基與 А. Н. 馬查洛維奇指出它是毫無根據的，以及在這個定律中陸台区運動與地槽區運動的意義是相同的。А. Н. 馬查洛維奇在他的文章里這樣說過：“我們認為，在現代的科學資料中，“奧格定律”可以說是完全過時了，在地槽運動與陸台運動中並沒有兩極性（полярность），相反地，它們所具有的却是完全的一致性”。

譬如，加里東造山運動也引起了俄羅斯陸台的隆起，海西時期的烏拉爾隆起也具有同樣的結果。與此相反，地槽拗陷造成的後果就是陸台的沉降。А. Н. 馬查洛維奇認為造山運動（褶皺）時期就是地殼凝

聚和收縮的时期与海退的时期。而地槽形成的时期就是地壳沉降的时期，是它擴展的时期，同时也就是海進的时期。譬如，現代就是地壳擴展及“水占統治地位”的时期：从第三紀起，这种趋势开始在擴大，虽然它的擴大是不均衡的。

在这里需要注意的是：如果地球的收縮和擴展只是在不同的地点進行的話，則無論地球收縮也好，擴展也好，都不能引起海退或海進（假定海洋的水量是不变的）。在前一种情況下，地球表面会縮小，分布在它表面上的原來的海水会形成較厚的水圈——結果也只能是这一点点。在第二种情況下（擴展）則与此相反，水圈的厚度会減少。对于地表面面積及陸地面積來說的海洋面積的相对增加或減少，也就是說海進和海退，可由地表面的割切程度——海陸起伏曲綫的形态——來決定。在地形強烈割切的情況下世界海洋的現有的海水可能被容納在較小的面積里，这一部分，面積的縮小为地表深窪地中海水層的增加所补偿。因为这种地形（強烈割切地形）为現代、第四紀及第三紀所特有，所以我們應該把現代看作是比較大的海退的时期；相反地，地壳变得坚硬的时期和陸台上比較平坦的地形面積擴展的时期一定与海進相关連。

簡單地說，海水的运动就是象上面所說的“容量变动”。

十分明顯，既然地槽和陸台的运动規律与奥格所說的不同，那么海進和海退也就可能服从“奥格定律”了。

А. Н. 馬查洛維奇关于地壳运动的时变性（метакронность）的見解具有重要的意义。不难理解：如果在同一个时期，但是在不同的地点，發生了地表面的隆起和沉降，那么这些运动就会以各种不同的方式互相干擾，而它們的“積分”就將是海進或海退，并且它們的改造是非常复雜的。

我們應該同意 В. Л. 李契科夫（1941 年，第 32 頁）的見解，他寫道：“在我們的时代里……海進几乎沒有了”。可靠地証实这个結論的是下述这一点——“地球上决定着海的加深与陸地隆起过程的地槽在時間上是不会和大海進同时存在的”。

阿·彭克曾經列举出下列有关地壳局部运动及这些运动在海洋壳

水准面上的反映的計算。

如果所有海洋底部的深窪地（其深度在6000公尺以上，其面積約为4,400,000 立方公里）都被复盖起來的話，則海洋水准面就会上升80公尺。

大西洋海脊的隆起会使世界海洋的水准面上升42公尺。

地中海海底 塌陷的影响世界海洋水准面降低了12公尺，紅海海底的塌陷曾使海洋水准面降低了0.6公尺。

1923年日本地震时，日本群島附近的海盆的生成曾經使海洋水准面降低了0.09公尺。

在所有这些情况下，海洋水准面反映了由于世界海洋的海底运动而發生的海洋盆地容量的变化。

因此，水壳水准面的真正的变动或水动型变动是曾經發生过并且还正在發生着的。水动型变动的机理是各种各样的。最强有力的变动就是由于坚硬的海洋底部的升降运动而引起的地动型水准面变动。它們能夠造成上下相距好几百公尺的海洋波。

已断定出來的达于極大高度的古老海岸綫，只在一定的程度上是由于海洋水准面的真正的亦即水动型变动衍生而成的。

我們可以看到：海洋水准面的最大变化乃是因地壳运动而發生的反映。所以，海洋水准面的变化就可以作为用來研究地壳运动的表征之一。

休斯所說的“地球收縮而海繼之”这一句 話應該修改为：“地球表面升降而海繼之”。

为了說得更明顯一些，我們可以把上面所提出的观念列成下面的式子：

$$\begin{aligned}
 \text{海洋水准面变动} &= \text{水动型变动} \\
 &+ \text{海面升降型海洋水准面变动} \\
 &+ \text{地动型变动} \\
 &= \text{容量变动} = \text{反映型变动}
 \end{aligned}$$

末了还要指出一点，就是我不拟在这里詳細地闡述达奴阿的观点，他是在現代海洋水准面的範圍內研究海洋水的运动的，而我們是要研



究这个水准面的垂直变化的，因此。我們所注意 的是 与达奴阿观念不同的另外一个方面的問題。不过，一般的結論是：达奴阿的特点是 他能够以歷史的观点來分析海洋水的运动，他把这种运动叫做海進，对于这个名詞的理解，他和地質学者是稍有不同的（見上）。达奴阿認為海洋水的水平运动——“海進”——是普遍擴展的現象，并且是从屬於一般的規律的。这些运动 的原因是月球对于 地球位置的週期变化，并且其中有一些运动歷时很久（111年）。兩種不同类型的海洋水——赤道的和極地的海水互相斗争，而成为兩種独立的、几乎互不相混的水体。所以海洋水具有和沉積層的層位稍稍相似的層。这就使我們能夠認為，充滿海洋中的海水的年齡是極大的。

**作为地壳表面运动指标的古海岸綫** 如上所述，海洋水准面运动的主要因素就是承納着它的底部，即地球硬壳表面的运动。此时，世界海洋的水准面虽然也具有独立的水动型变动的机理，但这是一种力量較小的机理。另外一种机理——反映型或地壳升降型变动——在地貌学者看来則是非常重要的，因为它是海洋底部升降运动在其符号与幅度兩方面的一定的总合表现。

地壳升降运动能立即同时波及海洋底部与大陸两个区域。陸地上地壳运动与水盆水准面运动（水动型变动及地壳升降型变动）的結合形成了古海岸綫。后者的研究对于回溯地壳运动——回溯它的符号、幅度与形式——有着特殊的意义和作用。全面回溯以上各点的依据还是那个基本的原理，即所有海岸綫在其形成时都是位于一个水盆水准面的平面上的。我們所看到的已經变动了的古海岸綫位置乃是次生的地壳运动的結果，在它們的影响下，原生的水平表面变成了相当複雜的、不正規的表面。后者的形态可以用等基綫很好地描繪出來（圖21）。遺憾的是，等基綫法目前还只应用于結晶地盾（波罗的地盾，加拿大地盾的一部分）。因为在那里，海岸綫的原生水平表面的变形比較地槽区簡單，关于这点我們在下面还要談到。

複雜的、次生变形的海岸綫平面可以叫做等基面。

原生水平表面变形的形态完全依赖于地壳运动，所以它是与海洋壳水准面的变动无关的，不論后者的机理是怎样的。这种情况自然有

助于研究古海岸綫变形的性質。变了形的海岸綫的高度則是另外一种情况。后者同时决定于两种因素的影响——地壳运动与水盆水准面高度的变化。所以,当我们来闡明海岸綫高度的时候,必須注意到这两种因素。芬蘭学者拉姆賽將这两种要素視為海面升降和大地均衡要素是并不完全恰当的。实际說來,这个问题就象演算一个包括两个未知数的方程式一样。所以我們在很多場合下无法确定决定古海岸綫高度的两种因素的数值大小。

著名的海岸作用研究者約翰遜在这一方面曾有过極度悲觀的看

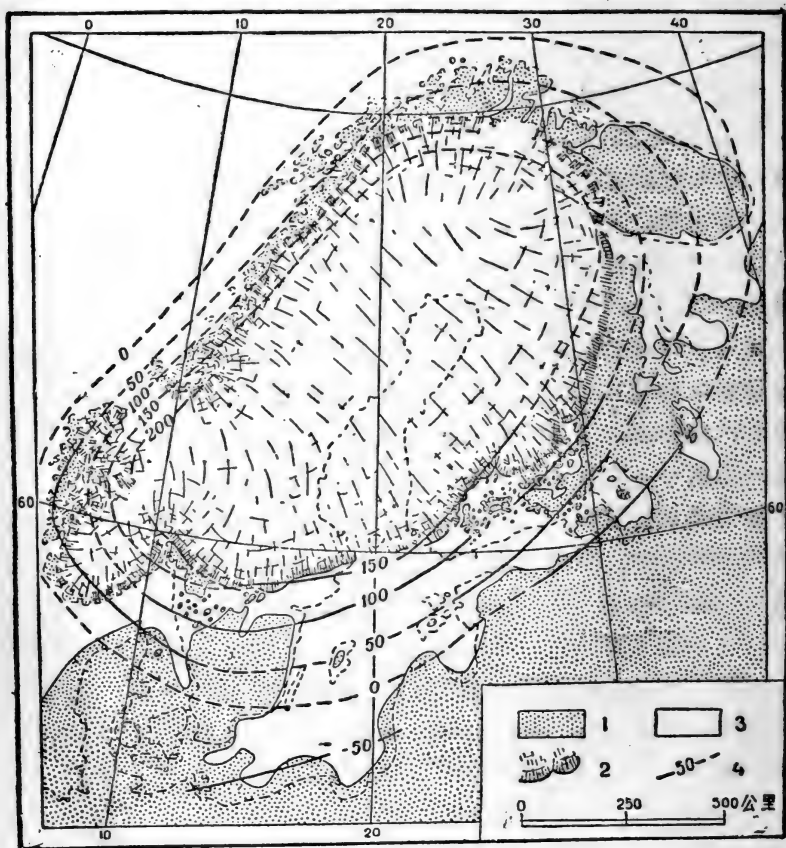


圖 21. 刀蚌海时期以后芬蘭隆起的等基綫 (据苏拉莫)

1—陸地; 2—冰川; 3—海; 4—等基綫

法，譬如，他曾經这样寫过：

“在某一点确定了很清楚的、高度在20呎的海岸階地以后，他（指研究者——馬尔科夫）找到了在各个地方高度相近的、同一条海岸綫的遺跡。在甲地發現了位于海洋水准面以上14呎处的海岸，而在乙地發現了位于海洋水准面以上25呎处的海岸，自此向南，又發現一个第三处的、位于海洋水准面以上17呎处的海岸。他在弄清楚海岸階地面在一定限度內是随着漲潮的高度、暴露于風浪中的程度以及其它因素而变化之后，他便自以为正确地把所有这些上升了的海岸綫的殘跡归为同一个海岸的各个部分……但如果他要是能熟讀一下过去的歷史的話，他就会發現14呎高的階地在成因上和另一条更远的上升到140呎高的一段海岸綫是相同的；他就会發現26呎高的海岸在过去曾經上升到海洋水准面上70呎高处，由于当地在不久前沉降的結果降落到了今日的位置；他就会發現17呎高的階地在冰期以前曾被侵蝕，以后沉降到海洋水准面下，只是在最近才因当地普遍隆起而上升到現在的水准面……（D. Johnson, 1930, 第94頁）。

約翰遜过于悲觀了。在用古生物学方法細心地确定了海岸綫各个地点的年代之后，常常可以划出同时代的水准面而不致犯对比了不能对比的东西的錯誤。在獲得了根据高度与年代所确定出的足夠的点之后，就可以划出隆起程度相同的綫——等基綫。后者和分層設色圖中的等高綫一样，可以精确地表示出地形及某一时期曾是水平的水准面的次生变形。

地壳垂直运动的研究法可以獲得什么样的成果呢？主要的成果就是在形态上和数量上精确地表示出由于地質構造条件而發生的地壳运动。

法國地質学者裘布阿曾想說明古海岸綫变形特征对于地壳構造特点的依賴关系。他划分了三种海岸类型：大西洋型、斯堪的納維亞型与太平洋型。大西洋型海岸的特点是运动簡單和海洋水准面穩定。斯堪的納維亞型海岸的特征是有位移，垂直度不大而等基綫圖呈同心圓形。太平洋型海岸的表現是，古海岸綫的高度升降不一、而幅度甚大。

但是要注意，約翰遜所說的大西洋海岸綫的特征是与此完全不同的。他曾指出：大西洋海岸綫具有極不穩定的地形。我們当能記得，达尔文（見上）曾經認為：南美洲方面的太平洋古海岸綫在高度方面是極穩定的，这一点也和裘布阿的說法相反。

**陸台型与地槽型古海岸綫** 有足夠的理由把海岸綫划分为以下兩種类型——**陸台型**和**地槽型**。如果我們遵循裴布阿所提出的地理体系的名称,就可以称之为:卡累利阿-芬蘭型与地中海型。

**陸台型古海岸綫**(陸台型地壳升降运动)曾以等基綫圖出色地表示在由苏联、芬蘭及瑞典学者对波罗的地盾所繪制的圖中。等基綫圖是比較規則的,呈同心圓形,等基綫的位置与地盾和古冰川复盖層的边界相对称。自最后一个冰川复盖層融化之时起,上升的幅度約为 300 公尺。曾經一度为水平的、古海岸綫平面的变形形态呈不高的穹隆狀,或者更正确一些說是拱形。但是,隆起的过程因一些細節的关系而变得复雜了。

波罗的地盾的隆起并不象世人通常想象的那样簡單。它在各时期的速度是不均衡的,在芬蘭冰川期(Фини́гльциальное время)及在薩尔波謝尔克冰磧以北的地区它的速度比較大些。譬如,昂格尔曼蘭德(Онгерманланд)在芬蘭冰川期隆起的速度曾达到100年內上升 50 公尺(每年 0.5 公尺),也就是說,并不小于地震时期的隆起速度。这是不足为奇的,因为就是在今日,在地盾隆起的中心仍常有地震現象,它們和地盾的隆起是有关联的。

隆起的不均衡性表現在同一条古海岸綫上不同地点的傾斜度的不一样。

可以划分出三个同心圓形分布的隆起帶。每一个隆起帶的範圍內,隆起都是一下子較快地形成的,所以同一条海岸綫的坡度也比較顯著。

外帶的內界位于列宁格勒稍南的地方;第二条边界和薩尔波謝尔克外磧壠一致;第三条边界——芬蘭冰川(在安齐魯司海時間以前)边界——位于薩尔波謝尔克內壠稍北的地方。

地中海地槽区古海岸綫圖要复雜得多。遺憾的是,这里的研究沒有進行得象研究波罗的結晶地盾那样的詳細。所以上述的等基綫方法還沒有应用,因此也就无法精确地表示出海岸綫变形表面的形态。

但是,海岸綫受到破坏的一般特点还是非常清楚的。現在我們把海南迭茲·巴黑克在一次地理学者代表大会所作的描述介紹在下面:

在希臘，第四紀階地面極為複雜，無法和其他島嶼相比較，並且與地中海西部及大西洋海岸也不相同，階地高度達700公尺。

地中海東部至的黎波里塔尼亞為止的非洲沿岸都缺少階地，即使有也只是低的。這說明了地中海地槽南部邊緣是穩定的。

在意大利，階地面極不固定。自上新世末期起，卡拉布利亞地方的階地已上升至絕對高度1200公尺外。第四紀的提侖海階地的高度也達35至200公尺。情況之所以這樣複雜是由于亞平寧構造運動年輕而強烈。卡普里島自蒂比利亞皇帝在世時起上升了6公尺，那波里島沉降了5公尺，托斯卡納海岸也沉降了。在南方，隆起沒有擴及馬爾他島。在北非及巴利阿里群島，陸地比較穩定，階地不顯著。

在比利牛斯半島，階地是不連續的，並且位於不同的高度。

大體說來，可以看到這樣一種情景，即有一條展長的和地中海地槽的一般輪廓一致的大隆起帶（隆起到1200公尺）以及許多上升極不平衡的古海岸綫。自此向南往非洲陸台区，隆起的幅度驟然減小。

地槽型古海岸綫無論在高度和情景的複雜方面都與陸台型的隆起極不相同。這一點只要把上述兩個例子加以比較之後，就會很容易地令人信服。從另一方面來說，這兩個例子也指出做為研究地殼變形形态手段的這一方法的客觀價值。

**兩個基本因素——海面升降與陸地升降——的結合** 如我們已見到的，古海岸綫的高度與其形态不同，它是由兩種因素衍生而成的，即地殼運動和水盆水準面的運動或海面升降運動。研究它們之所以很煩雜也就是因為這個原故。

現在我們用兩個例子來說明這一點。

冰期後的刀蚌海古海岸綫在列寧格勒周圍地區的地形上完全沒有表現出來（馬爾科夫，1931）。如果自芬蘭灣向前行，我們就可以看到兩個階地：下階地是立特林階地，上階地是波羅的冰川湖階地，也就是說，前者較刀蚌期年輕，后者較刀蚌期年老，而刀蚌期的階地應當分布在它們中間。然而刀蚌海水準面在列寧格勒地區顯露出來了，但它只位於現代海水準面之下，表現為沿岸的黑色泥炭淤泥。在瑞典南部的波羅的海海岸，刀蚌海岸也表現得與此相同；在那里，它甚至被稱為“黑色邊區” 在列寧格勒西北方，刀蚌海岸很快地出現於波羅的海水準面以

上，并且沿着同样的方向繼續上升，一直到它在芬蘭的土爾庫城地区达于 110 公尺的高度时为止。所以，刀蚌海水准面是斜的，这說明了它是在刀蚌海期后由于波罗的海結晶地盾的隆起而生成的。

刀蚌海海岸綫的剖面和現代海岸綫——曾有一个时期是水平的，以后因隆起而变形——的低穹隆的垂直剖面并没有什么兩样。

但是，我們不應該为海水准面的变动就不是决定刀蚌海岸高度的因素。只要举出刀蚌海在某些地段已被淹沒的事实就足以証明：在刀蚌海形成后，波罗的海上升的高度并不少于刀蚌海所淹沒的深度。

由此看来，刀蚌期后，波罗的結晶地盾地表变形形态可由依次引出的反映地壳升降运动的等基綫圖及其間的幅度所决定，等基綫的穹隆高度也决定于海水准面变动的幅度。

現在我們再举一个例子。

北方海進时的間冰期沉積層在我國（指苏联——譯者）欧洲北部伯紹拉、北德維納、奧涅加、瓦尔茹加及波諾依等河的河谷里表現得很清楚。根据沉積層中所埋藏的軟体动物的特点，可以認為：北方海海進的高度大約比現代海水准面高 80 公尺（卡尔巴斯尼科夫，1937）。

在欧洲陸台范圍內，这个高度顯然是相当穩定的，由此可以產生一种观念，即認為陸地的淹沒乃是由于水动型的原因而發生的。这个观念尤其令人信服的是因为在北方沉積層中 包括着喜暖的軟体动物类。所以，这里的气候曾經是溫暖的，陸地上的冰塊很有限，水准面很高。

不过我們很容易相信一点，就是这样的結論并不能反映現象的一切复雜性。下面的計算尤其能說明这一点。在最近一次冰川作用中，冰塊的融化使洋水准面上升了 80—100 公尺，現代冰塊的融化使洋水准面上升了 50 公尺（見上）。这两个数字的差相当于洋水准面在最近冰川作用后沉降的数值，这个差数的数值不超过 50 公尺。但是在北方海進时期以后，海洋水准面的实际沉降程度为 80 公尺。所以我們据此推断：在溫暖的北方海时期，大陸冰塊完全融化了。而如果冰塊还繼續存在的话（縱使它們存在的范围不广），我們就无法解釋現代海洋水准面高度与北方海时期海洋水准面高度間的 80 公尺的差異。因此，北方海海岸綫現代的高度是两种机理的產物。自北方海时期起：（1）海水准面降低了；（2）陸地上升了。有一个事实使我們相信这个推断，就是在帕依霍依和卡累利阿等地，北方海的沉積層是位于另外一个高度——高于俄罗斯平原北部北方海沉積層。

**水盆的类型** 在上面，我們曾依据决定变形形态的地壳構造把古海岸綫变形的类型作了分类。同样我們也可以恰当地依据决定这些变形特性的原因來划分水盆的类型。依据这一点，我把水盆分为三个类型：

1. 洋与海 上面所說的都屬於本类水盆，这类水盆的古海岸綫是地壳升降和决定于各种原因的水壳水准面变动這兩者的產物。古海岸綫的高度与洋水准面相关联，而后者是不固定的。

2. 海-湖 也就是里海型的无水流外洩的水盆。对我们說來，这类水盆重要的地方是：它們是世界海洋的縮影，并且它們的水准面也依照同样的原因而变动。最好的例子就是里海，近年來，其水准面的低落曾引起世人極大的注意。大家知道，自1930年起，水准面在以平均每年34公厘的速度低落着，总計降落了191公分（为了比較起見，我們举出：在同一时期中，世界洋水准面大約以每年平均0.5公厘的速度上升着）。大多数里海水准面的研究者推測这些变动是由于水流（尤其是伏尔加河）的大小变化而產生的，也就是由于里海水量的变化而產生的。在最近的68年中，每年注入里海的水流为400.8立方公里（其中有河水324.2立方公里），而里海的支出（主要是蒸發）是414.5立方公里（其中蒸發量为392.3立方公里，流入卡拉布加茲的水流为22.2立方公里）。所以，在这68年里，里海的水量减少了13.7立方公里，这就使得水准面在15年中降低了191公分，而在68年中——降低了234公分。B. Д. 查伊科夫在他所著的書中曾經說道：“几世紀來的海水儲量在消耗着”（第21頁）。B. A. 阿波洛夫認為水准面的低落是由于伏尔加河水量减少所致，而後者的水量之所以减少，是因为農業耕作方式的改進，不过他也是利用里海海水儲量减少，亦即利用海面升降的原因來說明問題的，精確一些說——他是用动水型变动的原因为了解釋里海第四紀的海進（譬如П. А. 普拉沃斯拉夫列夫所說的巴庫期、霍札尔期以及赫瓦倫斯克期的海進）。

不能否認，上述有計算根据的各点見解是有重要意义的。但我們也应指出，有必要考慮另一些原因，虽然这些原因很难用数量來計算。

屬於这类原因的是注入里海并且在其底部卸下冲積物的固体逕河，这就是休斯認為是海進的普遍因素的那种作用。这种作用对于注入里海的液体逕流的减少当能起着某种补偿作用，也就是說，减少了



里海現代的海退（見“容量變動”這一節）。

未曾計算過、但毫無疑問也是非常積極的第二個因素就是里海盆地底部的地殼升降運動。研究第四紀里海水準面變動的 Н. И. 安德魯索夫、А. Д. 阿爾漢格爾斯基、Н. И. 尼古拉耶夫和 А. П. 格拉西莫夫等都曾注意到這一點。格拉莫夫寫道：

“我們現在有足夠的理由確信：所有那些未曾充分考慮上述造陸現象而作出的關於里海歷史的解答，都是過于一般化的，並且有問題的”。譬如，上里海期（巴庫期以後的）的海進是由使盆地容積減小的構造原因所引起的。

必須考慮到：里海盆地容量最大的一部分——南部——是一個肯定說在繼續沉降的地區，也就是說，這就等於在增大盆地的容量並引起海水準面的低落。這會不會是反映在里海水準面上的各種作用中的一個呢？里海水準面每年低落34公厘，這個數字較斯德哥爾摩地區每年隆起的幅度少 $\frac{2}{3}$ 。斯德哥爾摩位於在構造上比里海所在的地中海地槽區更為穩定的地區。上述構造上穩定地區的古海岸綫幅度小也確鑿地証明了這一點。我們可以想象，里海——湖海——水準面和洋水準面一樣，是由於幾種作用（地動型運動及水動型運動）結合而形成的。其不同之點在於：里海水準面在高度上與洋水準面無關。這兩個水盆的水準面沒有共同的基準面。

從另外一方面來說，我們也應該注意到里海中海面升降作用這個因素的無可否認的威力。它決定於逕流量（全年324立方公里）與里海盆地表面（400,000平方公里）之比。在世界海洋中，逕流量為全年37000立方公里，海洋表面為360,000,000平方公里。

這就是說，面積較大洋少900倍的里海，其所獲得的逕流量只較海洋少114倍。所以，里海中的水面升降作用的機理比世界海洋強8倍。

我們可以說：里海水準面水動型變動的能與地動型變動的能都是很大的。它比世界海洋的上述兩種作用還大一些。

必須提到的是，Г. Р. 布列格曼曾經企圖在數量方面分析阿普歇倫半島的現代地殼運動。在這裡，地殼的升降每年達20公厘，但是這樣

的变动在海岸上就中止了，依照Г. П.布列格曼的見解：“里海水准面多年來的变化并没有因現代的地壳变形而發生使人实际感到的破坏”。

3. 湖泊 我們在这里所指的是具有逕流的水盆，这一点也就是湖泊与海-湖之間的主要差異。

兩者的差異主要在于：湖泊的古岸綫是由于湖泊逕流門坎（попорог）的位置而形成的。湖泊受納逕流的地点是湖水水准面的調節器。湖水水准面不能比这个地点低得很多，同样地，它也不能很高地超越于逕流門坎之上（几公尺以上）。在第一种情况下，湖泊就会成为无水流外洩湖，这是和我們的先决条件相反的；在第二种情况下，自湖泊流出的水量增多了，这样就会使湖水水准面的上升受到阻礙。

由此可見：湖水水准面在逕流注入的地点变化得很少，湖水水准面的变动只有在距逕流門坎相当远的湖岸才能明顯地看出來。此外需要注意的是：上升到海洋水准面以上若干高度的流动湖水水准面的变动不可能与其中水量的变化（依照河源的調節作用而生的）有关。在有逕流流出的湖泊中，并没有水准面的升降运动，因为过剩的水量越过了門坎流入海洋，而其不足的水量又为决定着排水狀況的丰沛的降水所补偿。所以，流动湖水水准面所產生的变动反映出的只是湖盆区的地壳运动，因而这种地壳运动可以說是純淨地表現了出來。

古湖水水准面的这种特点使得它們成为每个研究地壳运动的学者的宝贵研究对象。

这些运动的研究方法曾为苏联（Г. Ю.魏列夏金）及瑞典挪威的学者在波罗的結晶地盾区研討过。

可以推断有三种不同的情况，亦即湖泊对于該区地壳隆起中心的三种不同分布类型（圖22）。

1. 湖泊的逕流門坎位于远离隆起中心的地点。这种湖泊將随着隆起的程度而后退。

2. 湖泊的逕流門坎位于最靠近隆起中心的地点。这种湖泊將随着隆起的程度而前進。

3. 湖泊的逕流門坎位于上述两个地点的中间。湖泊被穿过逕流門坎的湖水水准面零度变化綫（魏列夏金所說的“均衡軸”）分为兩部分。在

位于均衡軸与隆起中心之間的湖盆部分可以看到湖的后退（見第一类型圖），在湖盆的相对的另一部分，則可以看到湖水的前進（見第二类型圖）。所有古岸綫都較湖水准面稍斜地分布着，依照它們的位置只能判断地壳的不均衡的、斜的运动：即判断它們的傾斜（根据古岸綫的傾角）及地壳升降运动的幅度（根据古岸綫的相对高度）。

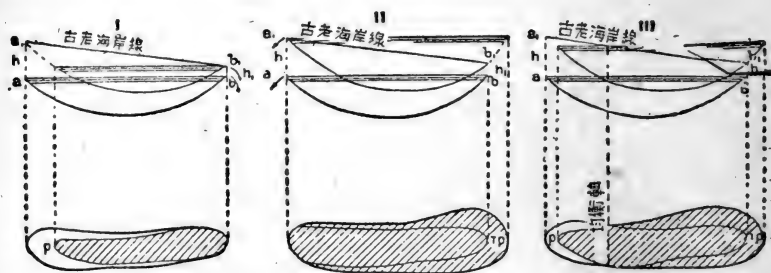


圖 22. 由于湖泊逕流門坎相对于一个地域升得最高的地区的位置之不同而發生的湖水准面变动

## 2. 海蝕-堆積水准面

到目前为止，水盆水准面的歷史之所以令人注意，是因为它記錄了地壳的变形作用。

然而，水盆水准面并不是只能在大陸表面斜坡上留下狹窄的刻痕而已。在波浪的影响下，这些刻痕还能擴展到大陸的深处，从而留下海蝕-堆積水准面。

在这里必須提出并且闡明一个問題：海蝕作用与堆積作用能不能造成一个和侵蝕-剝蝕准平原寬度相等的海蝕-積堆水准面呢？

A. П. 卡尔宾斯基与李希霍芬的觀念 最初，学者曾認為海的海蝕作用是很重要的。以后美國的地理学者提出了关于侵蝕作用的学說，这个学說已經勝过了世人对于海蝕因素巨大作用的信服。

英國地質学者拉姆賽在1847年首先認為海蝕因素有巨大的意义。李希霍芬的声望使得这个 觀念更为著名。李希霍芬在其所著的“旅行者指南”一書中曾以一章的篇幅專門論述了这个問題。李希霍芬認為，在海岸綫正向运动的情况下，海蝕可能起極大的作用。

李希霍芬寫道：“所以，上述的營力在地球過去歷史中一定會發生過極大的變化，這種變化較任何其他作用於我們星球之上的外力所促成的變化都要大些……<sup>①</sup>。假設陸地沉入海洋中是繼續不斷進行的，那就會形成剝蝕面  $an$ ，所有的山  $adff'$  都會被蝕去（圖23）。巨大的褶皺高地也會這樣地消逝”（見原書353, 355頁）。現在我們再來看看說明上列引文的插圖。在圖中，直線  $an$  並不是水平的，它說明終極的海蝕面的傾斜微弱，因而也表明，倘使海水準面不逐漸上升的話，海岸是會無限地進展到大陸深處的。李希霍芬進一步解釋說：“我們把在海岸綫正向位移中統一地及單獨地形成的這個表面叫做海蝕面，而把這個作用本身叫做海蝕作用”。



圖 23. 陸地上的高地因海蝕作用而消滅的情況（據李希霍芬）

“海蝕面可能寬達數公里，在地球的過去歷史中，海蝕面擴展到數百公里、數千公里的情況也是很多見的，雖然它也表現為沉積層並且呈現各種不同的變形”（原書356頁）（圖24）。

在此之前（從1880年起），A. П. 卡爾賓斯基對於東烏拉爾南部就已提出了這樣的見解，在那里，有一個夷平了的平面一直延展到契利亞賓斯克所屬在的經綫的地方，上面復蓋着老第三紀的海相沉積層，這些沉積層位於已經變動了的、古生代深厚變質岩層之上。就象卡爾賓斯

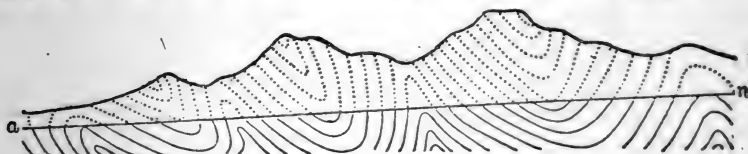


圖 24. 傾斜的海蝕面（據李希霍芬）

基所想象的那樣，這個地區令人感到它是被海蝕作用夷平了的古老山地。卡爾賓斯基認為，對於俄羅斯平原地形的雕塑，海蝕作用起了巨大的作用。

<sup>①</sup>着重點是我加的——馬爾科夫。

卡尔宾斯基寫道：“在这种情况下，大家都曉得，强有力的地質作用就是所謂海蝕作用（也就是前進时的海水的冲刷作用）。这种海蝕作用会把海岸綫远远地推到大陸內部，并且削減着大陸表層的厚度，在这种削減程度下，大陸表面是不会低于海水准面的。由于大陸剝蝕作用，也就是說，由于流水冲刷，風化作用等所造成的地面变化只有很小的意义”（1894年，第73頁）<sup>①</sup>。

所以，卡尔宾斯基認為：海蝕作用和大陸条件下的剝蝕作用比較起來是更強有力的改变地形的因素。

我們可以看到，十九世紀的80—90年代曾是海蝕說最盛行的时代。卡尔宾斯基及李希霍芬兩人都認為：在改变地形的作用中，海蝕作用要比風力剝蝕作用以及侵蝕作用大一些。海蝕作用的得以進行，他們認為必須有海水准面的上升，这样，海蝕作用才能進入陸地深处和切割寬广的山地地形。

在侵蝕學說盛行年代中的海蝕學說 戴維斯及其前輩的侵蝕作用說的提出，很快地就使海蝕說黯然失色了。戴維斯虽然也曾划分过海蝕循环，但是他推翻了很多曾被認為是海蝕而成的水准面。他認為这些水准面是由于侵蝕而成的。譬如，他曾反駁了萊因片岩山上的平坦表面是因海蝕作用而成的这个假說。

他寫道：“現代的山岳表面所保留的遺跡并不是海相卵石層。山岳面并不是完全平坦的，在它的上面交叉着佐登瓦尔德山壠，伊达瓦尔德山壠等。但是，它們并不是为海的懸崖所圍繞的。这些种种不同的事实向很多的学者說明：片岩山是隆起的和被切割了的常态的<sup>②</sup>准平原”。

阿尔登地形的起源也是如此；在波希米亞中部古老岩層的均夷面上，分布着大陸沉積層，所以，这个平面也是侵蝕的准平原。

侵蝕學派的观点勝利了。在最近許多年間，顯露于大陸內部的均夷面就都被解釋为侵蝕-剝蝕面。就是南烏拉尔平原也是如此。該地地形的近年研究者之一（C. B. 埃普施杰因）曾經指出：“所有均夷作用都認為是海水磨蝕的作用是不对的，因为倘使海水侵入了山地，它

①着重点是我加的——馬尔科夫。

②也就是侵蝕平原——馬尔科夫。

將進入地形的低凹之處，以自己的沉積物填滿它們，促成該地變平。

為了估價海蝕因素的真正意義，我們必須了解海蝕作用的基本理論。

**形成水下海岸台地剖面的机理** 在做出我們所需的關於海蝕—堆積現象規模的結論之前，必須首先研討一下形成水下海岸台地垂直剖面的机理。

這種現象的机理主要是美國地理學者戴維斯及約翰遜兩人用演繹法以極其一般的形式提出的。

約翰遜曾經這樣描述水下海岸台地的縱的均衡剖面：

“最陡的水下縱剖面在靠近海岸的地方，那里，風化產物最粗糙而且也最多；在朝海的一面，在風化產物變細、並且有一部分呈懸浮狀態的地方，這個剖面逐漸變得平坦。坡面上每一處的峻峭程度都能使發展在這里的波浪能量恰好能掠走那些落到這里來的、一定大小的風化產物”（1919年，見第210頁）。

所以依照國外海岸形態學大專家的意見，海岸台地均衡剖面呈凹形曲綫狀；它是在海浪能量與被帶來物質的數量與質量達于均衡狀態時形成的。剖面坡則是在海浪能量完全消耗于搬運物質的每一處地方形成的。因而剖面就停止了進一步的變化。

約翰遜的思想過程與在分析河流均衡縱剖面形成的机理時常會提出的那些想法完全相同。正如上面所說的情形一樣，美國地理學者對於現象的机理所作的敘述是非常一般化的。

在蘇聯，關於海岸台地縱剖面的學說主要是由於B.Π. 曾科維奇的研究才得以向前發展的。B. Π. 曾科維奇根據意大利學者科爾納利亞在1890年提出的某些一般的原理而更加詳盡地闡述了這些觀念。他論證了海岸台地縱剖面形成的机理。對於他所發展了的觀念我是贊同的。

首先要注意到這種情況：形成海岸台地縱剖面的主要作用就是海浪的作用，而水流在地貌上也有次要的意義。

運動着的波浪含有風傳給它的能。這種能逐漸被海浪消耗在各種不同的作用上，其中對我們說來最主要的就是造成海岸台地縱剖面。在運動着的海浪中的水粒具有一種獨特的運動，這種運動沿着圓形軌道進行着。水粒沿圓形軌道的運動在距海底某些距離的地方呈圓形，

当它們靠近海底的时候就变为橢圓形。在海底，橢圓形就变扁了，变成一段段的直綫，也就是說，水粒向前直進地运动着——时而朝向海岸，时而从海岸朝着相反的方向。

在海浪向海岸方向运动时，也就是說，当它們沿着傾斜的海底并且在深度日減的情况下运动时，波浪呈不对称形。波浪的前坡所受到的上述的影响較后坡大，因而变得陡一些。“要想使每一行垂直排列的水粒在浪头漲滿的时候回到原地，必須使水的深度大于波浪运动所能擴展到的深度。如果水的深度低于上述的深度，則从物理学上說來，構成第二个波浪前坡的水就会不夠。所以，波浪的前坡較后坡陡（第35頁）。水粒往上向海岸运动的速度与自海岸向下运动的速度也是不同的。朝着海岸运动的水，被挤压在較小的垂直距离中，所以向海岸运动的速度就超过了离岸运动的速度。不对称的运动对于冲積物的搬移有重大的作用。

在估計水粒运动的特性时，必須了解：水粒的运动是在水盆底部的傾斜面上進行的。所以，重力对于冲積物顆粒的运动也有影响。足以帶动顆粒沿着坡面向下的水的运动，其速度一定会比足以使顆粒沿着坡面向上的水的运动速度小一些，也就是說，比与重力作用相反方向前進的水的运动速度小一些。

在水粒向岸运动速度与离岸运动速度相等（和速度小）的很深的地方，顆粒將會向下移动，也就是說，离岸而去。在比較靠近海岸的地方，就像上面已經說过的那样，水向海岸运动的速度比水离岸而去的速度增大，在深度稍有减少的情况下，速度的差異可能恰好与使岩石顆粒沿坡面向下移动的重力的影响相等。因此，我們可以找到这样一种深度，在那里，在当时的海底坡面及当时的顆粒大小条件下，顆粒既不沿着海底向上移动，也不沿着海底向下移动。在比較靠近海岸的地方，水向海岸的直綫运动的速度就超过逆向运动的速度，顆粒就能朝向海岸作直進的运动。

由此可見，在水下海岸台地面上有兩個帶，其方向与海岸綫平行而其特点則是冲積物顆粒一方面朝上，一方面沿坡向下作逆向运动。这两个帶为一条通过不运动的顆粒的分界綫所隔开。这就是 科 尔 納



利亞中立綫（1946年，第58頁）。

由这个規律可以得出以下的結論：水下的陡坡能被冲蝕，平緩的坡能發生冲積。实际上，在深海岸处，在深度較小地方的波浪挤压現象，水粒运动的不对称以及运动速度沿底坡向上而加大等等表现得并不強烈，并且重力的影响所受的中立化程度也較小。重力会使岩石顆粒向下移动。所以海岸將會受到冲刷成为海蝕岸。在淺灘岸上，可以以与之相反的道理很容易地指出：岩石顆粒將會移向海岸，海岸依藉自深处搬运來的物質而擴展。

上述这一点可以解釋大家都曉得的情景：峻陡的深岸被冲蝕了；而平緩的淺灘海岸上則發生冲積。

水下海岸台地底部的均衡縱剖面 上述的过程使我們能夠了解：水下台地剖面是怎样生成的。

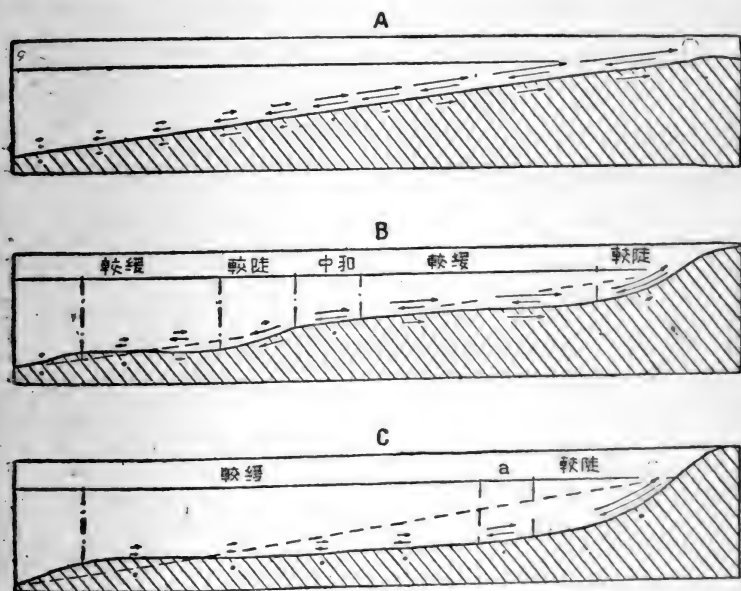


圖 25. 水下海岸台地底部均衡剖面的形成（据科尔納利亞与曾科維奇）

在第25圖中，这个作用以圖表表示了出來（据B.П.曾科維奇）。

其實質如下：

我們分析的是比較簡單的情況即：波浪具有固定不變的力量，坡底經常不變，沖積物的顆粒大小一致。剖面上的長短不等的箭頭表示沖積物顆粒朝着兩個方向的運動。剖面下的箭頭表示合成運動的速度與方向。如我們在上面一段所說的，在某一地點（在本圖是在正中間）分布着科爾納利亞中立綫。中立綫以下，顆粒最後的移動在速度方面與顆粒自中立綫向上的最後的移動一樣，不斷增加。在中立綫以下，顆粒運動的幅度開始增大；這裡，水的前一個運動（朝向海岸的運動）的速度比後退的速度小一些；後退的運動占優勢，再加上重力的作用，就可以使岩石的顆粒沿坡向下移動。但是在到達深海的時候，水在海底的運動逐漸減弱，顆粒移動的幅度逐漸減小，最後就完全停止。在剖面左方，顆粒處於靜止狀態。自中立綫向右（即向上），顆粒運動的變化規律就不同了。此時顆粒運動變化規律決定於水粒直綫運動對於後退運動以及重力影響的越來越增大的優勢（重力影響是不變的數字）。所以隨着接近海岸的程度，岩石顆粒的位移幅度並不是減少，而是不斷地增加着。

在剖面中形成了兩個地段，那里海底磨蝕得最厲害——這就是中立綫以上地段及其以下的地段。這兩個地段，在上剖面圖及中剖面圖上用最長的均衡運動的箭頭表示出。這裡的剖面形態也變化了，並且與波浪的運動規律相適應。在中立綫以上，剖面變低了（下圖），這是因為磨蝕物質被拋擲到海岸上的原故。在波浪運動不再發生作用的剖面下部，進行着沖積物的堆積作用，因而剖面增高。所以，從總的方面說來，剖面在中段（中立綫的兩側）變得比較平緩，而在上段和下段則較陡。在這裡，因最終剖面大大不同於坡面均等的最初剖面，因而最終剖面會進行最劇烈的改造。

剖面相應的改造將在中立綫以上和以下的地方完成。隨着這種完成的程度，中立綫將轉變為中立面，亦即海岸台地底部均衡剖面的表面。在這個剖面的每一點上，海底的傾角都與波浪變形的程度相適應。均衡剖面的傾角是這樣一種角度：它使海底不再因波浪運動而發生沖刷作用，使沖積物顆粒的搬運作用也不再進行，或者更準確一些說，使這些作用都趨於休止狀態。海岸台地底部的均衡剖面形態在圖25

里的下面一圖中表現得很清楚。這是希臘字母  $\zeta$  形的——上部凹入，中部幾乎成為直綫，下部凸出。地貌學是聯繫着與地形相關聯的鬆散沉積物的演化來研討地形的演化的。對於這個問題我們必須談一談。

在均衡剖面的塑制過程中，底部的沖積物會重新分配，依照自己的大小而處於不同的位置。各種大小的沖積物帶的下界是與隨着深度增加而發生的波浪（逆向）運動速度的低減相關聯的。顯然，顆粒較大的沖積物下界位於較高的地方，那里深度較小而水運動的速度較大。上述的情況決定了各種大小的沖積物下界的位置。至於上界，則隨着波浪運動速度的增加，移動到岸邊的沖積物或者被攪散（如果它是很細小的話），或者被拋擲到岸上（如果它的顆粒較大的話）。

所以，歸根到底，我們可以得出一個結論，就是隨着遠離海岸的程度，沖積物顆粒也就順序減小。沖積物顆粒的大小程度與它在均衡剖面中所占的位置有關，也就是說，和它位居的這一部分均衡剖面的坡度及深度有關。第一種關聯性在地表斜面上各種粒度的鬆散沉積物的分布方面是普遍存在的。它也說明了剝蝕作用和侵蝕作用的陸面狀況（субаэральное условие）的特徵。最後，還需指出：在波浪作用變強時，中立綫是會向深處移動的。暴風雨時，在同一深度處波浪對於海底的影響比波浪微弱時的影響更強烈一些；所以，坡面的均衡剖

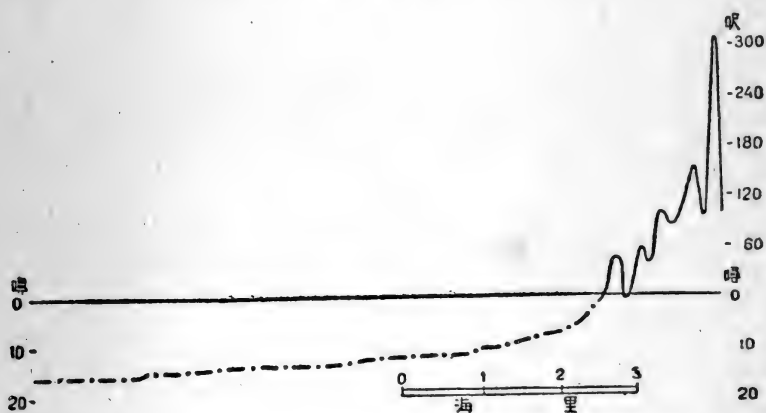


圖 26 . 美國大西洋岸附近馬爾特·瓦伊尼亞爾德島西端海底剖面  
（摘自曾科維奇所引用的約翰遜的插圖）

面主要是在暴風雨时塑制出來的。

上述情况和那些主要在洪水时期發生于河谷中的剖面塑制有些相像。在自然条件下,时常可以看到和上述均衡坡面近似的成曲綫形的海底剖面。这里引用馬尔特·瓦伊尼亚尔德島旁美國大西洋沿岸地区的海底剖面曲綫(圖26)作一个例子(据約翰遜)。

如果海岸台地沒有冲積物所复盖,那么它就会像B.П.曾科維奇所指出的那样,具有凸形剖面。水下斜坡的海蝕均衡剖面亦將呈凸形,并且其深度随着远离海岸的程度而逐漸增長(圖27)。这里所說的第

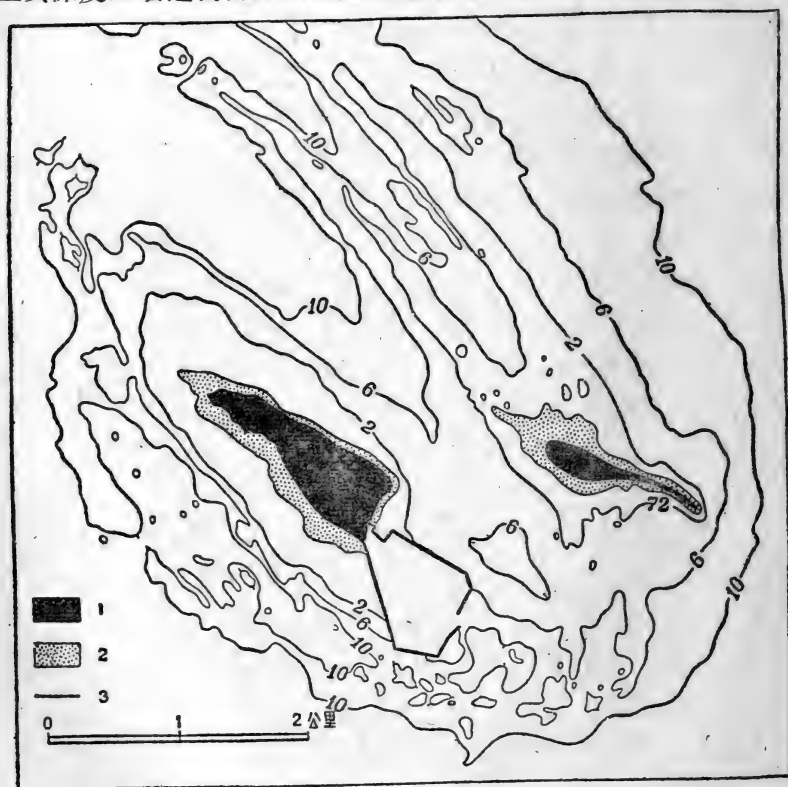


圖 27. 格尔戈蘭島附近的海蝕海岸台地 (具有凸形剖面)

1—陸地; 2—海岸淺灘; 3—等气压綫

二种情况是約翰遜所未曾料想到的。所以,共有兩種均衡剖面类型: 第一种是为冲積物所复盖并具有凹形的海底剖面; 第二种是海蝕的凸

形剖面。

我們不需要更詳細地敘述水下斜坡均衡剖面的形成条件和它的形态。重要的是：無論在何种情況下都能形成非常平坦、但是具有平緩斜坡的斜面。對於我們說來非常重要的情形就是：水下斜坡的均衡剖面所形成的表面是傾斜的而不是水平的。這種表面——海蝕准平原——我們叫做海蝕堆積水准面。

下面我們談談濱岸水下平原的規模以及形成這種平原的深度。

**濱岸水下平原的規模** 從理論上說來，具有均衡剖面的水下平原是可以在無限的距離內沿着海岸伸展的。至於這種平原的寬度——垂直於海岸而量計的寬度——則它是不很大的。

該類平原的下界不會低於波浪所及的深度。這種深度達200公尺。另一方面，水下海蝕平原或海蝕堆積平原總是具有一定的、雖然是不大的傾斜。在明白了後者之後，就可以計算出200公尺等深綫以下的水下平原降低到離岸多遠的地方。B.П.曾科維奇認為水下平原的最大可能寬度在經常不變的海水准面下達300公尺。但是，如果考慮到後者的變動，則水下平原可能無限寬。

到現在為止所探討的，只是具有為海蝕作用及海水堆積作用所塑製成的均衡剖面的平原。而對我們說來，也正是這些平原最有意義，因為它們是在比較狹窄的垂直距離的界限內、在一定深處形成的。

不過，促使水盆底部表面夷平的整個過程比上面所說的還要紛繁複雜。所以我這裡用“水下平原”這個術語來表達。水下平原，照其精確涵義來說，比海蝕堆積水准面占有更大的面積。水下平原如果為地殼運動抬升至地表面以後，顯然就可能形成大陸表面的寬廣地域。

B.П.曾科維奇把水下平原分為以下幾個類型（1938）：

- （1）海積終極平原。
- （2）分肢海灣的淺水堆積平原。
- （3）海進平原（堆積剝蝕平原）。
- （4）海蝕平原。
- （5）剝蝕平原。

在上面所划分出來的水下平原類型中以第三類及第五類為最重

要。它們不僅形成于淺水中，并且还占有寬广的面積。海進平原“位于地形上不穩定的地段，这些地段曾經反复地遭受过几次的沉降与隆起……曾經不只一次地發生过的海蝕作用割切了地形上的一切正向單元，而在低地中則与此相反，沉積了沉積層”（第377頁）。有些时候，这些平原出露于地表面之上，并且蒙受了陸成剝蝕作用。

水下剝蝕平原是由于各种不同的剝蝕作用，如冲刷作用、沉積物的溶解作用等而生成的。

下圖（圖28）指出了苏联諸海底各类型平原的广泛分布。在圖中可以很容易地看到：

我們上面所指出的兩種平原面積最大。

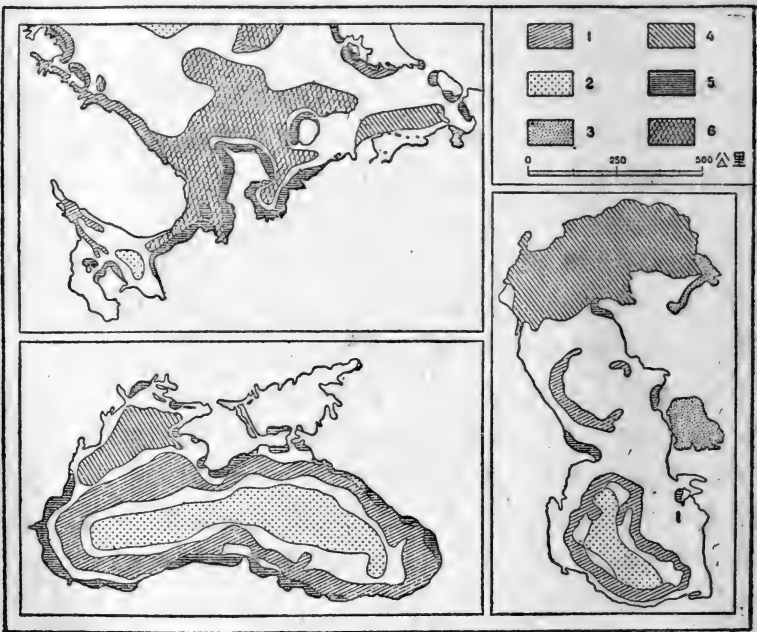


圖 28. 白海、巴倫支海、黑海及里海的水下平原（据曾科維奇）

1—陡坡帶；2—海積終極平原；3—分枝海灣的淺水堆積平原；4—海進（堆積—剝蝕）平原；5—海蝕平原；6—剝蝕平原

現在我們假設：这些平原上升，并且成为陸地表面的一部分，那它們就会占有与侵蝕准平原面積相等的地域。我們可以進一步地把这

些平坦的地域叫做海蝕-堆積平原，虽然这个名称并不能完全反映地形的水下均夷作用的总合。

、В.П.曾科維奇所提出的名称“波浪基面”(волновая база)并不完全适合我们的目的。就侵蚀作用方面来看，“基面”(база)这个术语的涵义是某地貌面所趋向的水准面，而不是该地貌面本身(譬如：海水准面就是河流的侵蚀基准(базис эрозии))。从这方面来说，滨岸水下平原均衡剖面具有两个基准或两个基面：上部的基准是水盆水准面；下部的基准是水粒波浪运动下界处的等深綫。

海蝕-堆積水准面及地壳运动 海洋海蝕作用学說的創始人之一李希霍芬及卡尔宾斯基都曾非常正确地推断：如果海水准面不升高，則海蝕作用不可能无限制地在寬度方面擴展。海蝕海岸不可能毫无止境地向陸地深处移动。当波浪進入越來越寬的淺水区时，就逐渐丧失了自己的能，海蝕堆積平原的擴展过程亦將随之而逐渐中止。因此，某一定的水下平原的終極寬度与水下平原的極小的傾斜就可能形成。在此之后，水下平原進一步的地貌演化即中止。这个平原將具有均衡剖面。依照菲利浦遜的命名，这就是海蝕終極剖面(профиль абразионной терминанты)。

卡尔宾斯基和李希霍芬的見解是完全正确的，并且是以承認緩斜上升的平原剖面为基础的。而約翰遜則与之相反，他認為海蝕台地是水平的，它的深度限于200公尺等基綫內，因此，就是在海水准面固定不变时，大陸也会完全被切割到上述等基綫的水准面处。

約翰遜的見解是不正确的，海蝕-堆積平原是有界限的，因为它的剖面不是水平的，而是緩斜地向海水准面升昂的。依照曾科維奇的估計，在水盆水准面固定不变时，台地的最大可能擴展量不会超过300公里。

海水准面的变化是更加有意义的。海水准面的上升是一个补充因素，能对水下平原的擴展傳送补充的推动力。如果我们估計到后述这个因素，那么从理論上講，海蝕-堆積平原的擴展实际上是可以达到无限大的規模的。

在这里，海進的机理可能是各种各样的(見上)。地壳升降运动具



有極大的意义，如我們在上一節所談的，它是水盆水准面变动的主要因素。所以，大的海蝕-堆積平原的形成一定需要兩種因素的結合：海蝕堆積作用与地壳升降运动。

### 3. 結 論

如我們現在所見到的：海的磨蝕作用和海的堆積作用，在海進条件下，可能形成寬广而微呈波形起伏的傾斜的地域。这个作用的发展在本質上与河流侵蝕作用和剝蝕作用完全兩样，所以要想比較它們的数量上的作用是不一定可能的，并且也不一定是适当的。

以后，当学者学会了区别这两种准平原类型的时候，就能夠断定上述每种作用所据地域的面積了。現在我們所应指出的只是：海蝕堆積面的意义顯然是估計得不夠的。后者在陸地上所占面積無疑地是不小的。

海蝕堆積面的研究对于研究地壳升降运动具有无可估量的重要性。海岸綫及由海岸綫發展而成的海蝕堆積水准面，在自己生成的时候，或者和海面相适应，或者与海面（海蝕堆積水准面）有微小的差異。所以，海蝕堆積水准面進一步变形的幅度与形态可以說是完全依据对这种水准面的研究而确定的。

海蝕堆積水准面的地形直接記錄了地壳升降运动对于地球表面形态的作用。海蝕堆積水准面的这个特点我已不止一次地在上面提到过。从一般的理論观点來說，研究海蝕堆積水准面这个記錄了內力和外力相互作用的地形表面的重要意义也就在这里。

說到这里，我們不能不談一談下述卡尔宾斯基的見解：“換句話說，我們用不着担心有什么大的錯誤，而可以認為古俄罗斯海盆的海岸綫是曾位于零度水平面或在零度等高綫上的”（第77頁）。

正是海岸綫及海蝕堆積水准面的这种原始特点，对于研究因地壳升降运动而生的地形發展的地貌学者，是具有極端重要意义的。

我們曾嘗試从兩個方面來闡述海蝕-堆積水准面——一个是地壳升降运动的消極的反映（見“水盆水准面与地球地形的变化”），一个是海蝕作用与海洋堆積作用对于地球表面的積極的改造（見“海蝕堆積

水准面” )。

在結束这一章的时候，我願意再特別指出一点，就是这一章可以說是从第二篇中的論題到第三篇中論題的过渡，也就是从研究內力因素的地貌表現到研究外力因素的地貌表現的过程。

## 第八章 剝 蝕 水 准 面

我們已經得出了結論，認為了解海蝕堆積水准面对于解决地貌科学的基本問題有重大的意义。这个結論是由以下兩種情况而得出的，即（1）海蝕堆積因素是改变地形的一个強力因素，（2）海蝕堆積水准面是在与海洋水准面非常密切的关系下形成的，因此，这个水准面变形的幅度与特点可以直接从它的高度与形态上看出來。

現在我們必須再來分析一下侵蝕堆積水准面或剝蝕水准面。依照我个人的看法，它是准平原的同义字。但是我不願意用准平原这个名称來作标题，因为关于准平原这个術語有許多相当混乱的觀念。本章分为兩部分。前一部分分析剝蝕水准面的縱剖面之形成。后一部分探討准平原問題。

### 1. 河 流 縱 剖 面

海蝕-堆積水准面的剖面也就是这个水准面的均衡剖面（見第二章）。剝蝕水准面也完全可以看作一个相当成熟的表面，而其剖面也就是剝蝕水准面的均衡剖面。下面几頁的主要內容就是对侵蝕均衡剖面問題的闡述。

这样提問題的方法是和本書所采取的叙述法是相适合的。这种方法就是分析其方向与地球表面垂直的內外力作用相互对抗的情况。依据这样的观点，最好把侵蝕作用在垂直方向的形成物看作剝蝕水准面的垂直剖面，这种垂直剖面就是河流的均衡剖面。

現在我必須再把注意力放到河流均衡剖面的主要（不是一切的）

概念这一方面來。关于它的概念从產生之日算起已在三百年以上。

**問題的歷史** 关于均衡剖面的概念是由文藝復興时期的意大利水力学者引用到科学界來的。在他們中間最早提出这个概念的就是伽利略及顧格列尔，他們曾經断定了河床縱剖面呈凹形的特性。

顧格列尔在1597年提出了河床的五条規律，其中第一条是：水流通过侵蝕作用与冲積物的沉積作用改变河床的外形，一直到力与阻力之間形成了均衡状态时为止。第五条則断定：水流竭力給予河床以凹形曲綫的形态。

休列尔在1841年也得出了同样的結論。他談到了河流的終極剖面，在終極剖面的情況下，就形成了均衡状态。此时河流虽然仍能搬运坚硬冲積物，但是已无力加深自己的河床。

关于均衡剖面的概念是瑞士的学者多斯（Досс）在1872年所确定的，而关于侵蝕基准面的概念則是保維尔在1875年所确定的。所以，关于河流縱剖面学說的具体形成已有了將近70年的歷史。

以后，这些概念主要为菲利浦遜、阿·彭克及赫特納所訂正。南斯拉夫的地理学者約凡諾維奇曾对于河流剖面做了广泛的研究。苏联学者也做了很多有价值的补充。

**基本概念** 依照多斯的見解，河流剖面的变化一直繼續到侵蝕力量减弱，以致与河床的阻力相等的时候。多斯把这个剖面形态叫做終極形态，或均衡形态。

三年以后（1857年），保維尔把实际上不再低降的这种河流剖面叫做基准面（базисный уровень）。

# 1

“我們可以，——保維尔在他的書中說，——把海水准面看做总基准面，在此之下，陸地的侵蝕作用就不可能進行；不过，我們也可以見到許多其他的侵蝕基准面，这就是主流底部的水准面，这些主流冲走了侵蝕作用的產物……我所說的基准面，实际上是一个想象的表面，它的各个地段微微地傾向流貫于該地区的下端，越过这个地区之后，这个水准面就擴展了，它的斜面也改为朝着支流所决定的方向……。在水流切过时而为坚硬岩石組成，时而为鬆軟岩石組成的地方，坚硬的岩石就構成了一系列暂时的堤坝，……这样，我們就看到了一系列的侵蝕基准面。在这个面之下，河流兩旁的岩石……是不会被冲刷

的”（1875年，第203—204頁）。

戴維斯曾經正確地指出：保維爾所理解的侵蝕基準面這個名詞具有三方面的意義——海水準面、某一終極的侵蝕面以及和地方侵蝕基準面相一致的平面。

在此之後，就是另一個時期了，此時主要是德國的學者——菲利浦遜、阿·彭克及赫特納等在訂正關於河流剖面的問題。

菲利浦遜在1887年寫道：河流只有在一定的時期以前，即在它沒有形成作為“侵蝕終極”的均衡剖面時，才能完成垂直侵蝕。侵蝕終極剖面的形成是河流侵蝕的最後目的。在此以後，河流侵蝕就不在起作用，而河流剖面以後也就不再發生變化了。菲利浦遜的這種見解以後被學者摒棄了。還在較早的時期，從伽利略的時候起，學者就已認為：在侵蝕循環末期的河流侵蝕作用雖然逐漸減弱，但是，在河流的坡降尚未降低到河流流動能力範圍以內時侵蝕作用並不完全中止。可是菲利浦遜所確定的卻是另外一種情況，他說：

“最後，達於一個水準面，在這個水準面上，單位時間內的研磨作用（指河底的——馬爾科夫）是如此之小，以致於我們可以完全把它們忽略不計……從理論上來說，如果侵蝕作用是永遠不會到達停息狀態，那麼，在實際上我們是可以談到侵蝕作用中止的水準面的。在這個水準面上，在無限長的時期中，侵蝕作用只能沖蝕掉無限小的質體”（指岩石——馬爾科夫，見71頁）。

從上面所引用的這一段話可以看出：菲利浦遜對於侵蝕終極的理解並沒有給予極其原則性的意義。這一點他自己也已經說明了。但是在這種情況下，在純理論性的文章中，毫無必要地出現了雙重的說法。這樣它在以後就一定會引起，而實際上已經引起了對於侵蝕現象了解的種種混亂。

第二個不能使人滿意的菲利浦遜的論斷，是認為河流均衡曲綫是有規律的數學的形態。他寫道：“雖然曲綫在數學上還沒有確定，不過達到這個目的並不是不可能的（75頁）。然而，非常明顯的是，均衡曲綫總是（在不同程度上）具有不正規及無規律的形態，因為它是很多種因素的總合表現，而在這些因素中，有很多種因素都並不服從於任何數字上的依從關係，譬如：河流基岩河床的複雜構造，支流的

疏密及水量等。

菲利浦遜徒然地引証了瑞士工程师科菲尔的計算，科菲尔曾經确定（！）萊因河均衡剖面曲綫的半徑長度为 700 公里。

菲利浦遜倒是正确地并且很好地分析了河流縱剖面曲折的不均衡現象。他很正确地指出：这种形态决定于岩石硬度的变化，主流的支流的特性，主流流量向下游的变化等以及其他很多的因素。因此，均衡剖面可能是凹形的，也可能是凸形的，并且总是呈某种階梯狀——多階狀。不过在这一論断上，菲利浦遜就和他認為剖面曲綫具有数学形态的論断相矛盾了。这就是我們对于菲利浦遜观点的一些意見。

主要的批評都是对于侵蝕終極而發出的。甚至在“剖面角”变平了以后，河流还在繼續着加深的作用，所以也就改变着自己的剖面。

阿·彭克在1889年寫了以下見解：

“近年來，認為河谷是流水的形成物的观点又变得牢固了。在很多地質学者都相信河谷为断層与裂縫所構成的时候，这种观点又为水力工程学所提出；有許多关于水流侵蝕作用的富有成效的觀察刊載在工程雜誌上”（第91頁）。

“河流均衡水准面与最終的侵蝕曲綫并不一致，这种曲綫并不是侵蝕終極。侵蝕終極只有在水的力量非常微小，以致不能進行侵蝕作用及搬运作用的时候才能到达”（第94頁）。

河流的动力消耗在內部及外部的阻力上。外部的阻力尤其大，它几乎把坡降小于 4 %（每 1 公里 4 公尺）的河流能量完全消耗了，所以：

“如果有条一公尺深的河流自 中亞細亞流到最近的海岸去，那么这条河流必須在其长达2500公里的流程中降低10000公尺，这样才能進行顯著的侵蝕作用”。

“实际上，就是剖面坡降極小的河流也是在進行着侵蝕作用的，虽然它（指侵蝕作用——馬尔科夫）只是在个别的地点進行。但它們的剖面也不是侵蝕終極。后者只有在坡降减少到使河流連最細小的物質都不能搬运的时候才能到达。我們这里所說的坡降只是15—10公尺，甚至还少一些。所以，只要河流工作得相当長久，就会把大陸內部几乎冲刷到海水准面那么低”（第97頁）。

河床是剝蝕作用的地方基准面。剝蝕作用是坡降最小的支流所進行的，所有达于侵蝕極限的地域“一般說來……都是均夷了的海拔在

50公尺以內的地方”。

同樣的見解非常明顯地敘述在“地表形态学”上：“如果坡降達于正常狀態（指均衡的——馬爾科夫），那麼這決不是意味着河流作用的停頓。侵蝕作用進行着，一直到形成了“具有最小的坡降時，這個曲綫應稱為河流作用的終極目的”（卷1, 327—328頁）。

現在必須說明：菲利浦遜和彭克兩人觀點的實際區別究竟在什麼地方？

菲利浦遜把這個過程敘述成：河流的侵蝕作用很快地把自己縱剖面上的不平處夷平，以後形成了侵蝕終極。侵蝕終極——這是一條均勻而坡降甚大的曲綫。不過菲利浦遜認為：曲綫不會再進一步變平。而彭克却與之相反，他認為在達到均勻的形態以後，河流剖面仍繼續低降，直到坡度變得極小時為止。

必須指出，這兩位地理學者都認為河流均衡剖面是這樣生成的，即河流發生了后退的侵蝕（溯源侵蝕）作用，這種侵蝕作用侵奪了一段又一段的新河流剖面，逐漸從河口逆向前進。

赫特納反駁了上述的觀點。他認為河流剖面的發展並不是從哪一點（河口）起始的，而是在整個剖面中發展着，他寫道：“要知道，河流所侵蝕的都是那些地表面坡度大於均衡剖面坡度的地方。因為在均衡剖面坡度條件下，河水的水量剛好只能搬運河底的或從兩側帶來的沖積物”（見第34頁）。

以上就是關於河流剖面演化的基本觀念。現在再特別提出一些重要的問題如下：

1. 所有的學者顯然都同意於這一點，就是隨着時間的進展，河流既通過河底的侵蝕，同時也通過河谷底部的沖積物堆積，而形成了比較均勻的或均夷的河床垂直縱剖面，均夷剖面的形成——這可以說是侵蝕學說中被公認各點中的一個。

2. 有些學者認為：河流的均勻的剖面就是終極剖面，亦即河流的侵蝕終極（菲利浦遜）。而學者更多的另外一派則認為：在均夷剖面形成之後，河流仍在繼續逐漸地降低它。根據這個觀點，我們可以分出兩個概念：（1）河流的均夷（正常的）剖面及（2）河流的終極

剖面。

3. 在談到河流均衡剖面時，很多學者都認為在“力”（水量及其流速）與“阻力”（沖積物的數量與顆粒大小）之間有一定的均勢，在達到這種均勢後，河流就中止了它對基岩河床的磨蝕。由於學者觀點的分歧，上述的均勢狀態或是被歸為河流的常態剖面，或是被歸為河流的終極剖面。

4. 兩種不同的觀點也表現在這個問題上，即：河流均衡剖面是怎樣形成的？是自下游向上，從河口開始呢，還是在它的整個剖面中進行？（彭克、菲利浦遜及保維爾——赫特納）。

在這裡必須指出均衡剖面概念中的一個錯誤見解。均衡剖面和任何數學上的曲線都是不一致的，它尤其不會形成拋物線，雖然均衡剖面特別在溫帶氣候條件下常常是很象拋物線，最好是說它常常象均勻的凹形曲線，但這種形態並不是一成不變的。均衡曲線的基本特點就是它保證了“力與阻力之間”的均勢。也正是因为這個原故，均衡曲線在它的不同段落有着不同的坡度和不同的形態。均衡剖面也可能具有凸起的形態。要知道河流的流量、流速、沖積物數量以及沖積物的顆粒大小等在河流的流程中都是會變化的，而且它們從屬於不同的規律，所以它們在河流中的不同的地點就產生了不同的結合。

在第二次世界大戰以前不久出版的法國大地圖冊（Atlas de France）中發表了法國各大河的縱剖面圖，地貌學者克洛傑（Клозье）對於這些剖面曾經作了分析和說明。主要的就是坡度的不均勻以及剖面上的坡折。但儘管如此，這些剖面仍是均衡剖面，因為正是剖面的這種不均勻才保證了沖積物的逐漸運動和河床的加深。有的時候，坡折能因剖面的傾斜減小而產生，這是指在巨大的支流注入以後，河流水量突然增加，並且能夠在河床傾斜較小的情況下搬運沖積物時產生的。有的時候則與此相反，支流比主流的水量還要多一些，因而具有比主流還要平緩一些的剖面（伊翁河及塞納河）。有些地方，當支流注入主流以後，河流得到了較陡的坡降——這只是在支流把很多懸浮物質帶入主流（如加隆河及其支流聶斯特河）的情況下產生的。

所以，均衡剖面可能有不均勻的傾斜，可能是階梯狀的，可能是



多坡折的等等（甚至于是凸形的）。当我们发现了古河階地剖面有不規則的形态时，我們决不能馬上作出階地坡面以及地壳上相关地段是受到后來的（構造的）歪曲的結論。我們必須在每一个具体情况下認真地分析階地剖面，而后断定：哪些曲折对于該河均衡剖面來說是正常的，哪些曲折（它們是不是普遍的）是反映了以后的地壳运动的。可以指出傑尔吉的著作作为这种研究的例子。这部著作分析了維傑尔河与易北河上游河的階地。这部著作的作者在当时必須分析关于这些階地形成的二十八种不同的假說，首先能夠断定的是：上述河流的階地可以分为两个系統——“構造以前的”和“構造以后的”，并且前者相对于后者言是变动了的。只有傑尔吉的非常嚴謹而審慎的資料才使他能对那些階地下了一个定义，認為它們是“構造运动的真正气压計”。

勒·耶·霍尔頓所進行的关于河流侵蝕問題的最新研究，在很多方面都是很重要的。他的研究把美國學派的根本特点——他的演繹法——和侵蝕現象在数学上的定量分析結合了起來。当然，这样的結合是很有發展希望的。

不过，我們可以看到，对我们說來是主要的霍尔頓的結論——把侵蝕剝蝕水准面的剖面視為凹形拋物綫（基面）——是主要的，在本質上並沒有改变上面所說的原理。

在苏联，Г.И.哥列茨基曾在战争期間对很多条河流的縱剖面作了研究。他沿河向下在將近 600 公里的距离內追溯了楚索瓦雅河的現代縱剖面 and 它的階地，并且得出結論說：楚索瓦雅河縱剖面的傾斜虽然有曲折的現象，但（在最近 20,000 年期間）它終究不是在造山运动或造陸运动的参与下形成的。甚至是在楚索瓦雅河橫切地質構造走向的地方（烏發列依山脊，奇尔斯基山垣），也看不出造山运动或造陸运动的反映。

楚索瓦雅河縱剖面的变化是由于其他原因的作用，这就是：楚索瓦雅河的巨大支流的影响，大河曲的影响，河流所切过的岩層產狀的差異，洪水的地方性迴水等等。

楚索瓦雅河的階地剖面沿河往下發生了分歧，这是由于楚索瓦雅河的侵蝕基准——卡馬河（卡馬河的下切）的水准面——降低的原

故。这种下切的累計数字为15.5公尺，在最近20000年間为2.4公尺，这就使侵蝕基准在每100年內降低了1.2公分。

**侵蝕基准** 我們附帶一定的条件認為，河流的基准就是它和海水准面相接之点，我們称这个基准为河流侵蝕的下基准①。

既然在所有一切河流中都毫无例外地可以看到：河底在河流注入大洋或大海之点以上很远的地方即已沉降到海洋水准面以下，那我們是否應該把哪里算做河流的侵蝕基准？这个尚未闡明的问题曾經在苏联論述伏尔加河縱剖面特点的文献中引起了爭論（普拉沃斯拉夫列夫、尼古拉耶夫及波略科夫），因为伏尔加河的縱剖面就是具有上述特点的。

罗尼河的河床在距河口65公里的地方就已經沉降到海水准面以下了，而加隆河的河床則在距河口180公里的地方沉降到海水准面以下。

克洛傑提議把河流中河水的动力停息、为海浪作用动力所代、并且漲潮和退潮海流占优势的那一点称为侵蝕基准。譬如，从这个观点出發，法國几条河流的三角港頂端就高于河流本身的侵蝕基准。

从同一观点出發，侵蝕基准的位置將随時間而变化，甚至于会在該地段地壳及洋水准面（海水准面）都未变动的時候發生变化。譬如，在河流的水量比較增多的时候（或者由于气候的变化，或者由于人为的措施），河流的动态会在三角港及海灣深处的很大距离內保存着，而河流的平均坡度就减少了。侵蝕基准的位置也会因松散冲積物的堆積程度和搬运程度而变化。对于法國河流的三角港，这种現象可能引起侵蝕基准發生高达30公尺的变化。

巴申談得更加深入。他是这样說的：世人通常都把海水准面看做侵蝕作用的下界，称为侵蝕基准。但是有一个事实却与之相矛盾，即：所有注入海洋的大河，其河床底部在靠近河口处比海水准面还要深一些。在水中还是有水流的时候，它就能進行侵蝕作用，甚至于在海底也可能有水流的侵蝕作用發生。自然，我們是不知道侵蝕作用的下界的，但是我們並沒有理由來推断，說侵蝕基准就是海水准面的表

①在这里我們不采用这样的定义，譬如主要基准，甚至于絕對的侵蝕基准。

面。“一定要把河底的最深部分看做下侵蝕基準，才是最可靠的”。

由此可見，關於河流侵蝕基準的問題顯然是很複雜的。我們應該：首先划分出一个靠近河口的、作为河流侵蝕作用的下部基準的点。这个点的位置，就像我們在上面所看到的那樣，可能是很不固定的。然後我們应当区划出來地方侵蝕基準。和上面所看到的一樣，地方侵蝕基準是河流均衡剖面的有机組成部分，而并不是尚未形成的河流剖面的特征。

苏联学者的工作 П. А. 普拉沃斯拉夫列夫注意到：伏尔加河底沉降到洋水准面以下64公尺，或者換句話說，它是位于里海水准面以下38公尺。这就使人感到，伏尔加河谷在下游地方是被淹沒了的。普拉沃斯拉夫列夫正是这样理解上述的情形。它寫道：“伏尔加河的河床是在侵蝕基準（即里海水准面）較低的情况下形成的。然而 Н. И. 尼古拉耶夫与 В. В. 波略科夫曾經以批判的态度研討了这个看法（这恰好是地貌学者与水力学学者力量的很好的結合）。他們指出：类似这样的河谷河口的“淹沒”現象在自然界中分布很广，并且出现在地壳上不同發展地段上的河流里。上述現象可以在法國（見上）和英國的很多河流中看到；并且也可以在頓河、烏拉爾河、捷列克河、錫爾河、阿姆河等处見到。

應該注意的是：伏尔加河沉積了大量的淤積層，这些淤積層足以填滿伏尔加河水流在41.5年中所加深了的地段，也就是說，在这样一个时期中水流所加深的地段，顯然不能由地壳拗陷作用所成。促使我們想到其剖面不均衡性的伏尔加河剖面的曲折却正可以很自然地用均衡状态來解釋。或者就像上述兩位作者所說的，“这些縱剖面外形上的特点主要是由于水文动态而生成的，它們和水文动态完全一致”（第259頁）。

上面曾簡單地提到过的第二个例子說明了河流地方侵蝕基準的研究。

Г. И. 哥列茨基曾經研究了楚索瓦雅河的剖面，并且确定出下列的楚索瓦雅河剖面坡度的大小。

在看过坡度数字之后可以知道：在表现为凹曲綫的、坡度逐漸向

編 号	各段落起点与終点的名称	各段落終点到河口的距离(公里)	坡 度 每公里的公尺数
1	列夫申諾鎮——水泥工場	35.0	0.069
2	沙拉施河	82.5	0.103
3	布尔松河	177.5	0.184
4	楚索沃依城	192.5	0.363
5	庫美什河	257.5	0.394
6	塞勒維查河	290.0	0.392
7	吉姆尼亞克村	315.0	0.354
8	別尔米亞科沃村	367.5	0.367
9	茲列姆村	421.5	0.505
10	傑米多瓦——烏特卡村	506.0	0.433
11	庫津諾村	553.5	0.313
12	第565公里处(志留紀露头的边界)	565.0	0.385
13	列夫达河	623.0	0.393

下游減低的情況下，可以看到兩次坡度遞減的情形。這就是 565 公里以下及 421.5 公里以下的地方。剖面上的這些坡折就是楚索瓦雅河的地方侵蝕基準。在這裡及其他地方的坡度變化的原因是：（1）基岩成分的岩性更替——在岩石易受沖刷的地帶剖面的坡度就減小；（2）楚索瓦雅河支流的影响；（3）大的河曲；（4）河流切過不同走向及傾向的岩層。Г.И.哥列茨基一共區分出來八種造成楚索瓦雅河剖面曲折，亦即地方侵蝕基準的原因。

因為地方侵蝕基準是多種多樣的，所以最好依照形成它們的因素來分類，同時還需要注意的是：地方侵蝕基準時常就是河流本身所造成的。河流本身所造成的、位於水流中同一地點的梯級就是這種地方侵蝕基準。

根據以上所說各點可以得出結論：這就是我們在解釋河流縱剖面上各種曲折是地殼垂直運動的結果時，應當如何地謹慎與深思熟慮。在很多場合下，不必假定有這類運動就可以解釋上述現象。

其次，還有一種情況也是很重要的，這就是河流的下侵蝕基準並不能決定整個河谷中的具體侵蝕過程。侵蝕作用決定於河流的坡度、水量、沖積物的性質、河床對於沖刷作用的抵抗力等。總而言之——

話，決定於約制河床中某一點及與之相近的上下游地點處之作用的各種因素。河流的下侵蝕基準只有當它具有這樣的能力，即成為一個再低河流即不能再加深的水準面時才是河流的基準。但是，因為我們接觸到的幾乎常常是坡度相當大的河流，所以河流的主侵蝕基準的作用實際上是空幻而不可捉摸的。

B. A. 傑明齊耶夫指出：地殼運動在河谷坡面及其階地的發展中起着主要的作用，因為它加大或減少了河床的坡度。由於地殼運動或其他原因所造成的侵蝕基準的下降，有時能引起侵蝕作用，有時在河谷下游段落引起了堆積作用。

П. С. 馬凱耶夫也是完全正確的，他懷疑：侵蝕基準的變動是不是會影響河流剖面的變化。

C. П. 約凡諾維奇的概念 南斯拉夫地理學者 C. П. 約凡諾維奇作了關於河流縱剖面的巨大研究。他的研究是複雜的，其結論是有意義的，但在很多方面還是在爭論中的，他所做的研究值得我們來專門地討論一下。

約凡諾維奇著作的編者馬東曾經特別地提到這一點，他說：“約凡諾維奇的著作對於河流縱剖面作了最透澈的研究”（見第五篇）。作者也同樣地認為：他已解決了重大的問題。

約凡諾維奇寫道：“這部著作乃是探索分析和比較河流縱剖面的方法的一個嘗試，這種新方法可以使我們更深入地研究河流縱剖面的形態與成因，並從而也使這些方法本身尽可能地變得最精確”。

“……我闡述了河流侵蝕作用與河流縱剖面演化的某些原則，這些原則開闢了新的遠景，並迫使我們修正那些到現在為止我們還在同意的觀念與原則”（見第九篇）。

“但是我們感到：到目前為止它們並沒有得到足夠的重視。對於河流縱剖面的描繪常常是粗略的，對它們形態的闡述也是很浮淺的。有些論點則是根據大家都曉得的河流侵蝕的原則而得出的”（見第一頁）。

依照作者的見解，剖面的形態表現了很多種因素的影響：（1）河水逕流；（2）侵蝕基準的位置；（3）地質構造；（4）植物；（5）時間。

成因分析的目的，就是要確定在剖面特點的形成過程中上述各因素所起作用的比例，並且用數量把它們表示出來。解決這個問題的辦

法就是逐一地循序分析每种因素所起的作用。

必須确定：在逕流这样一种因素（作者称为主要因素的）的影响下所形成的剖面形态会是什么样的。把这样的剖面描繪出來，再和河流的实际剖面比較一下，我們就可以断定这种剖面差異的程度。分析了剖面的真实差異能使我們判明：这些差異在什么样的程度內决定于哪些因素。

可見，作者的方法就是分析法，是揭示复雜的依賴关系的常用方法。

首先必須从逕流分析起，因为河流均衡剖面有这样的特点即“如果逕流在无限期間內一向單獨地起着作用，而在这个期間，其他因素不起作用，或者所起的作用在整个剖面中都一样微小的話”，那么剖面的形态就会和水流的情况相一致并从而形成。“所以，均衡剖面是与水流作用相一致的（*sera tout a fait conforme*）”。

作者以帕尔德的經驗公式和許多其他公式确定了逕流的大小（第42頁）。在这里我只想提出一点，就是：他的計算法是很麻煩的——必須先算出很多地点的沉積物数量、逕流系数，以及必須知道流域的面積等。作者以二十多頁的篇幅叙述了这些要点，为的是要得出确定逕流数值与河流剖面坡度之間数量关系的公式，这些数值間充分的相互依賴关系被認為是由于“剖面是一种均衡剖面”这个特点（見上）。作者搜集很多的經驗公式。我覺得：由于公式具有經驗主义的性質，就使得它們不能适用于各种不同的地区。那些普遍的依从关系是否可以用它們來做根据呢？作者所选出的某些数字是很随便的。由于作者的“長年而艰苦的”工作（用約凡諾維奇自己的話來說），作者編制了一幅表，这幅表表明了在某一抽象情況下因逕流大小而变化的、均衡剖面的坡度。从这个表可以看出：均衡剖面的坡度会随着逕流增大的程度而減少。如果逕流量为每秒0.1立方公尺时，均衡剖面的坡度約为0.000035，那么在逕流量为每秒2000立方公尺时，坡度就会減少为0.000000027。这就是理想絕對均衡面。

譬如：瓦尔达尔河在河口的流量約为每秒157立方公尺，而在距河口0.1公尺的地方，流量为每秒154.8立方公尺，因此，在上述地段

中間，平均流量約为每秒 155.9 立方公尺。依照圖表，可以很容易地找到在該种流量下的理想均衡剖面的坡度約为  $\frac{0.1318}{10^6}$ 。①

找出瓦尔达尔河这一段落真正的剖面坡度与理想的均衡剖面坡度之間的差異，就是進一步的成因分析的任务。这两个剖面的比較就是比較几个特别的指标（“高度”，“坡度”，“面積”）。此时，理想均衡剖面作为基本剖面，其指数为 1。

所有的資料并不与任意选出的基本單位有关系，而是与这个绝对的基本單位有关系。作者在第三幅表中指出了三条南斯拉夫河流——瓦尔达尔河、齐莫克河与莫拉瓦河——剖面中的这些数值。在比較上列数值之后，作者做出了重要的結論：（1）这三条河的剖面都不是理想均衡剖面；（2）这三条河的剖面都和理想均衡剖面相似。

作者然后作了这样的論述：在剖面坡度較大的地方，也就是說，在水流速度較大的地方，侵蝕作用進行的比較快；剖面的弯曲部分会被河流磨蝕，因此剖面坡度將會弄得比較一致，并在个别的地点会表現为相同的高度指标。这就是說：我們这里所說的剖面变成了和理想均衡剖面相似的均衡剖面。

冲刷產物的向下游搬运会使坡面漸趋平坦，因此而生的侵蝕作用的減緩也就發生在水流坡度通常較小的那些地方。

約凡諾維奇以瓦尔达尔河为例，描述了成因分析的过程。

首先應該画出只决定于逕流大小的理論剖面。这种剖面應該和理想均衡剖面相似。它可以称为逕流剖面。將这个剖面 and 河流的真正剖面比較。确定它們的相似程度。相似程度用两个剖面相应之点的高度比例來表示。理想的比例为 1。而在瓦尔达尔河，这个数字变动于 0.750 至 1.540 之間，也就是說，它变动于 -0.25% 至 +54% 的範圍內，而十个地点的平均数为自 +18.9% 至 -10.1%；最后，在所有剖面的平均數中，相似程度（конкордантность）为 +85%。这就是說，剖面的形态主要是决定于逕流。而两个剖面的差異則决定于其他的——地貌

①因为坡度很小，所以为了方便起见，作者在所有的地方都用这样的方法来表示。



的——因素：地質構造、構造運動、氣候變化等。

作者某些有意義的意見牽涉到氣候變化對於逕流、河流襲奪和對於河流切入另外一種成分之岩石（透水岩石等）的影響。

逕流的增大使剖面凹度較小而平展，而逕流的減小會造成凹度較大的剖面。如果逕流的變化是由于氣候變化而引起的，那麼這種變化在整個河流中都會被我們覺察出來，並且可以同只表現在剖面中一定地段的其他因素，如河流襲奪等的影響區別開。如果一條河流襲奪了其鄰河的上游。我們假定它的逕流量在襲奪地點為每秒 0.5 立方公尺，在河口為每秒 140 立方公尺。“被襲奪了”的上游具有每秒 4 立方公尺的逕流量。此時我們這條河的流量就會相應地增大到每秒 4.5 立方公尺及每秒 144 立方公尺。這個計算表明：適應于新的逕流條件的均衡剖面會在上游具有減少為原來的均衡剖面  $\frac{10}{57}$  的坡面，在下半段具有減少為原來均衡剖面  $\frac{1000}{1025}$  的坡面。

約凡諾維奇所採取的基本概念是：

首先，他談到絕對理想均衡剖面——一種抽象的概念。這是一個剖面，它的形態只決定于逕流，並且和逕流的條件相適應。絕對理想剖面是為某一抽象範圍內的點而定出的。每一個循序而下的點都與：(1) 逕流量的增大及 (2) 剖面坡度角的減小相一致。點的数量相當多，這是為了在分析主要的具體情況時我們可以像查對數表一樣，找出我們所需要的逕流數值及與之有關的剖面坡度數值。上面所說的也就是“絕對理想剖面”這個名詞的涵義——它是解決具體情況的根據①。

第二個概念——理想均衡剖面（與絕對理想均衡剖面不同）。這個剖面是和第一種剖面完全一樣地定出來的。不過，和第一種剖面不同的就是這種剖面是由該河某些具體地點的逕流數值而作出的。要想定出這種剖面，必須掌握關於水流量及剖面傾角的材料。

計算絕對理想剖面的意義在於：沒有它就不能定出理想剖面。決定理想剖面的目的在於：用它來對比河流的具體剖面，以便決定河中

①在約凡諾維奇所著的書中，根據絕對理想剖面可以算出 84 種逕流數值——自每秒 0.1 立方公尺至每秒 2000 立方公尺。

的侵蝕作用还有多么大。

其次一个概念就是逕流剖面。这是一个剖面，其形态也决定于逕流条件，不过只限于一定的時間片段之內。它还没有来得及变成均衡剖面。这种剖面上，由于地質構造复雜以及地区的構造运动等而生成的剖面的不規則性已被“保留”下来了。

不过均衡剖面是在逕流及使其形态复雜化的地質構造影响下被塑制成的。这样的剖面叫做近似均衡剖面——这是第四种剖面类型。

这样，順序往下的每一个剖面就指出了数量更多的因素之間的相互关系。

最后，第五个剖面——真正的、現代的河流剖面。

从上面所說的各点可以明顯地看出：作者描繪河流剖面演变时，似乎是把河流分作两个階段；最初，河流磨去了与逕流所成之因素有关的剖面上所有小的曲折不平；然后已經取得均匀曲綫形态的河流剖面就逐漸降低，近于理想剖面。因此，具体的剖面可能在某种程度上獲得了与逕流剖面相似的地方。这两种剖面的相似程度，在比較了它們的高度指标或“相似性系数”之差別以后，可以用数字表示出來。

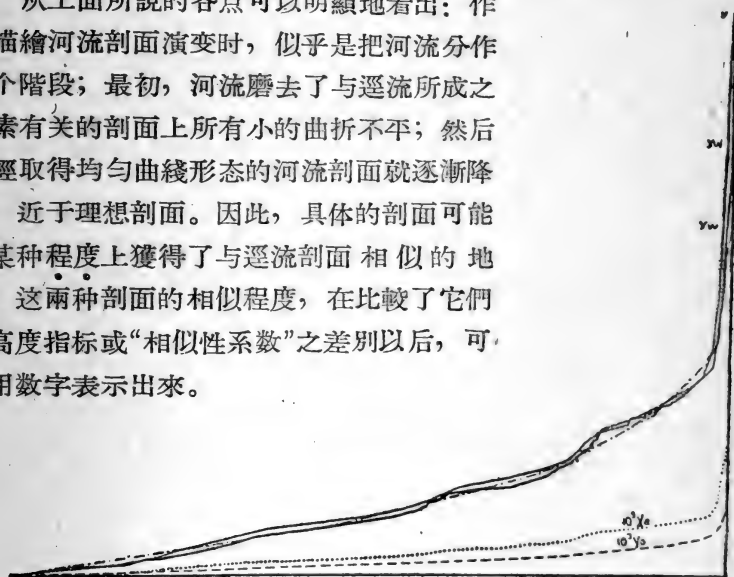


圖 29. 約凡諾維奇所画的瓦尔达尔河的縱剖面

$y_0$ —理想均衡剖面； $y_w$ —逕流剖面； $y_e$ —近似均衡剖面； $y_m$ —相似剖面； $y$ —真正的現代的剖面。圖中垂直比例尺加大了200倍，而逕流剖面与相似剖面的比例尺加大了200,000倍

现在就举一个具体的例子（圖29）。

在瓦尔达尔河，相似性系数变动于0.750至1.540这个範圍內。也就是說，突

实际剖面有时位于逕流剖面之下，有时位于逕流剖面之上，这些差于逕流剖面高度的差異現象是在 $+0.54$ （或 $+54\%$ ）至 $-0.25$ （或 $-25\%$ ）这个範圍內变动着的；正向的平均差異为 $18.9\%$ ，負向的平均差異是 $-10.1\%$ 。总起來說，两个剖面的“相似性的程度”（平行度）約为 $85\%$ 。

这就是說，現代的瓦尔达尔河剖面形态，主要（有 $85\%$ ）是决定于逕流条件的。像地質構造等这些因素在現代的瓦尔达尔河剖面中顯現得很微弱；它們的影响在瓦尔达尔河剖面的演变过程中可能已是过去的事。两个剖面上其余的 $15\%$ 的差異反映了逕流所造成的其他地貌因素所占的比重。分析的最后結果是定量地确定下列各因素的作用，如：地質構造、構造运动、逕流量的变化（譬如河流襲夺所造成的結果）、植被等。在做完以上各項工作之后，我們应当尽力了解上述各因素的作用及这些因素作用所形成的河流实际剖面与逕流剖面之間差異的总和；然后了解表現在逕流剖面形态与理想均衡剖面形态上的時間因素所起的作用。

約凡諾維奇的主要見解就是这样。其進步之点就是确定关于河流剖面这个概念的堅強意志。某些概念无疑地是有意义的，譬如：河流的真正的剖面、逕流剖面、理想均衡剖面等。还有他的从数量上來比較剖面的企圖也是值得我們拥护的。約凡諾維奇所提出來的、以圖表來比較剖面的新方法是很有意义的。作者在書末对于各种不同的均衡剖面的解釋做了清楚而精确的評價，此外并且很正确地把“正常”剖面評論为形成河流終極剖面的一个階段，另外还否認了河流下侵蝕基準的重大作用。

以上所說的都是研究中的富有意义的特点。不过作者并未見得找到以数量來描述河流剖面特征的途徑。虽然將現代的及未來的理想河流剖面作了比較，他未必能夠找到預睹河流未來的方法。用來和真正的剖面对比的，都是从經驗公式計算出來的一組其他剖面，而这些經驗公式又并不能用來作为确定概括（綜和的）剖面形态的基礎。

**河床作用与河流剖面** 我們可以很容易地确信：有兩種关于河流均衡剖面概念的研究方法，——一个是关于剖面形态的經驗的材料，一个是純粹的演繹法。美國人在他們的著作中几乎都是遵循着第二种方法；比起美國學者來，苏联、法國和德國的學者大多屬於經驗論者。

关于河流均衡剖面的學說有很多是來自工程學中的。早在文藝復

兴时期的偉大工程—水利学者就已具有这种特点了。不过它是在十九、二十世紀法國学者的著作中以及与我國河道系統的巨大改造工作有关的苏联学者的著作中才被人們感觉到的。河流水文学一定能以在河流均衡剖面形成的基礎之上对作用的理解來丰富地貌学。地貌学者如果独断独行的話，那就不得不只局限于推断工作上。兩条科学途徑的接近就会提供極好的結果。

俄罗斯的河流水文学者对于了解河床作用，亦即河流終極剖面形成中的主要作用貢獻很多。在这方面需要特別提到的是拉赫廷和列利亞夫斯基这两个人。

M.A.維里康諾夫在他論述地貌学問題时曾經闡述了关于河床水流的現代概念。他曾以下面的話論述兩門相鄰学科在研究河流剖面学說中的作用，他說：“地貌学者所說的呈均匀地沉降曲綫狀的“正常”剖面，亦即总的積分的平緩剖面自然是 有一定意义的，但是我們在拉赫廷所著書中看到的剖面就完全不同了。依照拉赫廷的說法，在下部平面上，大的坡度在淺水区，小的坡度在深水区，在高的平面上則与此相反。这种坡度的倒轉現象在河床的所有侵蝕作用中看來是起着很大作用的。不过我們这里所說的是在空間和時間範圍內較小的侵蝕作用。而地貌学者所論述的則是数百公里以內和几千年中的侵蝕作用。这又是問題的另外一种提法”。

这些对于水文学与地貌学的观点的評論是精確而中肯的。不过，遺憾的是，水文学的方法与地貌学的方法——微分的或積分的，局部的或普遍的——都是依据各种序列的数值的，这就使得它們的結果很难对比。

可能就是由于这个原故，水文学者在接触到地貌現象时，只把它們做为資料，而不是把它們看作是經過他們自己的分析就可以証实的資料。現在我們拿M.A.維里康諾夫所著的“陸地水文学”來作例子。这本书在描述地形侵蝕形态的特点时並沒有分析河流剖面的發展情况。譬如書中曾提到：“我們可以把河谷的意义規定为相鄰諸丘陵与山之間的凹地”（見第55頁）。“大陸的高差的結構是这样的，其表面的坡度自海洋向大陸內部遞增，因而形成一定的凹形曲綫”（見第76頁）。

在这些引用句中的“資料”並沒有成為被証實的資料，雖然証明的武器就掌握在水文學者的手中。

兩種方法的結合可能使河流剖面發展規律的研究獲得極大的成果。在這方面說來，我們應當使河床作用的理論的探討進行得就像我們已經利用波浪作用的理論來了解海蝕—堆積剖面一樣。

水文學者可能對於他們在地貌學方面所做結論的重大意義估計不足。我不能夠充分地利用河床水流的理論來說明河流剖面的形成規律。不過重要的是要指出：很久以前的古典水文學的原理也能解釋很多尚未研究清楚的問題，這些問題在目前地貌學者的理論體系中是仍在進行着爭論的。尤其是，我們可以根据主要的水文學規律來解釋下述地貌學中所爭論着的問題。

1. 縱剖面的塑制是由于自河流主基準向上的后退侵蝕而進行的呢？還是在整個河床中同時進行的？

2. 有沒有這樣的剖面狀態（均衡狀態），在這種狀態中，河流只能搬運沖積物，而不能進行侵蝕，也就是說，不能使河床剖面降低？

3. 侵蝕基準的位置變化對於河流縱剖面的塑制有什麼影響？

在我看來，地貌學者認為是如此麻煩的這些問題早已被河床理論的創始人法爾格、日拉爾頓、裘布阿、拉赫廷、列利亞夫斯基<sup>①</sup>等的見解充分說明了。

現在引用一些上述學者的某些原理，不過我並不是想要非常詳盡地來闡述問題的。

法爾格的第一個規律是這樣說的：最大深度位於下游中凹岸曲綫的頂部；對面的凸岸的最大的淺灘凸出部分則直接位於下游凸形曲綫的頂部。我只想在補充一點，就是河床的深度與淺灘是同時地並且成串珠狀在整個（或者是大部分的）河床中形成的。

①維里康諾夫曾經說道：“某些治河建築的建築工程師們的深刻直覺非常正確地向他們指出了關於河床水流動力特點的概念，雖然所指的是最一般的概念。在這方面要以法國的法爾格和日拉爾頓，俄國的列利亞夫斯基與拉赫廷等最有名。這些人……純粹直覺地創立了河床水流動力學的基礎，並且在關於水流橫循環，關於河流平面形態與其縱剖面間的關係等方面都提出了很多寶貴而有成效的原理”。

“我們沒有關於河谷形態的知識，換句話說，沒有相應的地貌的章節，無論如何也是不行的”——他繼續說道（見第41頁）。

这个简单的原理（它不仅为水文学者所熟知，而且是每个目睹河床一般外形的人都晓得的）解决了赫特纳，——约凡诺维奇及菲利浦遜——彭克——戴维斯等观点之间的争论。根据法尔格的原理，可以知道：河流剖面是在河床不同地点同时加深的，而不仅仅是由于后退侵蚀所生的侵蚀基准加深的。还有，深切侵蚀、侧蚀及堆积作用并不是依照时间先后逐次进行的（就像我们的学者时常确信的那样），而是同时进行的。

日拉尔顿在1894年时就指出：为河水挟带的坚硬部分的数量是依照河床对于冲刷作用抵抗力的大小而定的。它随着水流量及河流剖面坡度的增加而增大。这种论断把侵蚀现象；冲积物的搬运现象与河床的坡度联系在一起。从这里特别可以看出来：在一定的坡度下，河流的搬运能力刚好能搬运河流的冲积物。所以，（1）从这方面来看，均衡剖面的定义是正确的；（2）限制侵蚀作用的是坡度，而不是河流下基准的变化。

拉赫廷（在其论著“关于河流河床的机理”）曾大量地研究了浅水区和深水区，用地貌学的话来说，——就是研究了地方侵蚀基准。

下面我们就列举这位俄罗斯水文学创始者的一些见解，譬如，他所描述的例子——德涅斯特河，它是由河流本身作用形成的互相交替的地方基准所组成的（见第21—22页）。

“这条河在莫吉廖夫城以下200俄里处的地段——拉赫廷写道——平均坡度为0.000189，如果把这个地段中位于弯曲部分的各个段落区分出，并且分别算出相当于弯曲部分的坡降，那么此时所得出的平均坡度为0.000134；而在平直的地段，平均坡度为0.000252。所以，在低水位时，德涅斯特河弯曲部分的坡度比其平均坡度要小；而平直的地段则与此相反，坡度较陡。不过一旦我们离开低水位剖面转而观察高水位剖面时，就发现它们的这种分布就变得完全相反了。在弯曲部分，如我们上面所谈到的，平水期时的坡度为0.000134，所以它只能成为具有静静的水流的深水区。现在坡度则增加到了0.000225，并且引起了高水流的剧烈运动，并因而形成了巨大的深度与上面所说的稳定的河床。在同一时候，那些在平水期时水流涵涌流量巨大的平直地段，在高水位时则与此相反，它的坡度降低到0.000174，并且高水位水流运动能量显得是如此的骤减，以至于使冲积物

在这里阻塞起来，形成了淺水区”（見第21—22頁）<sup>①</sup>。

在这一段引文中，談到关于德涅斯特河在洪水时期——即河流進行主要的河床改造作用时——的活动的辞句都加上了重点。我們在这里所看到的是什么呢？德涅斯特河水准面的剖面是階梯狀的，而德涅斯特河床底部的垂直剖面則是之字形的。这些之字形的突出部分正是河流自身所形成的淺水区。这就是河流的地方侵蝕基準。它們可以称为定形基準(фиксированный базис)，当河流的弯曲在平面圖上的位置未变化前，它們的位置是不变的。

河流的地方基準——淺水区——可达于几公尺高。譬如，B.B.波略科夫曾經提到：莫蘭諾夫淺水区一帶頓河底部冲積物在1929年这一年内曾堆積到3.5公尺高。在平原河流的剖面中，这样的数字要算很大的了。

地方侵蝕基準——淺水区——造成了水流狀況的地区的轉变：在洪水期間，就像拉赫廷所說的那樣，在淺水区以下是流暢的水流，是深的河床，在淺水区以上則是迴水（подпор），是“堵塞住的河床”及淺水区的冲積作用。所以，地方侵蝕基準是存在的，并且它們对于河流縱剖面的塑制顯然有影响，同时它們的影响是在两个方面——上游和下游——同时存在的。由此可見：河床的階梯狀（淺水区——深水区）剖面，在河床于其平面圖上有弯曲时，乃是一种穩定的剖面形态。

正是这种縱剖面形态是保証冲積物繼續不断地运动所必需的，它是河流均衡剖面的特征之一（見前）。所以，均衡剖面的階梯狀現象是一种有規律的現象。

在拉赫廷所著的、發表于50多年以前的書中还可以找到能解决地貌学中所爭論問題的其他材料。例如，冲積物顆粒随河流坡度增加而發生的有規律的增大就已确定了（見第55頁与第Ⅵ表）等。

水文学家由于建筑堤坝而拟訂的迴水問題，对于河流侵蝕基準的变动这一課題的解决，有巨大的意义。这个課題是这样得到了近似的解决的——在建筑堤坝时（即抬高侵蝕基準），迴水沿河向上分布的

<sup>①</sup>着重点是我加的——馬尔科夫。



距離首先決定于迴水高度、河流坡度、流速（以及深度）。于是，由于河流侵蝕基准抬高而形成的迴水的長度就能根据一定的公式算出。

例如，当河流坡度为 0.0003、水深3公尺、迴水高度为 1.5 公尺时，河流中迴水地段的長度約为16.6公里。再往上，河流的基准就不再会升高。

顯然，我們不可能在这里叙述現象的量的方面。对于我們來說，重要的是現象的實質，即河流侵蝕基准的升高不会逆流而上一直擴及到它的上游，而只能从河流侵蝕基准升高点起往上擴及到一定的段落。在山地河流中，迴水現象只顯現于很有限的段落內；而在平原河流中，則顯現于較長的段落內。无论如何，这样一种推断，即認為塔吉克斯坦山地河流的作用將會感受到鹹海水准面变动所引起的变化，是極不正确的。这种推断虽然有人提出，但已为馬凱耶夫非常正确地反駁了。当然，認為奧卡河河源及德涅斯特河左岸支流河源的侵蝕作用彼此不同是因为伏尔加河侵蝕基准比德涅斯特河的侵蝕基准低（日尔孟斯基）認為洛瓦特階地是由于波罗的海水准面变动而形成（达尼洛夫斯基），——这两种看法也都是不确实的。这种对侵蝕基准作用的誇大屢見不鮮，这是應該加以摒棄的。

至于說到侵蝕基准的下降，則它既可能引起河流深切侵蝕的加強，也可能引起河流深切侵蝕的減弱。深切侵蝕的減弱，甚至于河流剖面的上升是發生在这种情况下的，即如果由水盆后退而出露的地面所具坡度極小，以致地面位于河流均衡曲綫以上（里海低地成于赫瓦倫海退之后？）。此时，河流將依据其下游新段落的小的坡度來加工上部的段落。河流实际上將發生迴升，并开始進行堆積作用，而不加深河床。只有在侵蝕基准下降时，才出現地面坡降較陡的地段，而且根据經典理論，會發生侵蝕回春。

但是無論在这种或那种情況下，当侵蝕基准下降以后，縱剖面的加工都將是逐漸進行的。一般的說，河流（下）侵蝕基准变动对于河流作用的影响是有限的，而且其意义也是各不相同的。我們的指導性著作往往沒有考慮到这些情况。

我不拟再繼續分析水文学的文献。但必須指出，甚至上面所叙述

了的原理已足夠來消除地貌學者所爭論的許多見解。要知道，上述水文學的論著正是在戴維斯、菲利浦遜、彭克諸人進行熱烈爭論之時發表的。

**結論** 1. 應該划分出与河流剖面發展階段一致的三个主要的縱剖面类型：

- (1) 未均夷剖面，
- (2) 均夷剖面，
- (3) 終極剖面。

均夷剖面与彭克的正常剖面 and 約凡諾維奇的逕流剖面最为相符；終極剖面則与約凡諾維奇的侵蝕終極——理想均衡剖面最为相符。

2. 均夷剖面 and 終極剖面兩者都可視為均衡剖面，而將后者理解為从河源到河口<sup>①</sup> 坡度均衡变化的剖面。

但是在河流还未形成終極剖面以前，它仍是繼續進行侵蝕作用的。

3. 河流的侵蝕能力决定于河床坡度、被挟帶的冲積物之数量和大小、河流的水量及流速。

4. 由此，可以根据地貌因素中的坡度，或者精确点說，根据河流的各段落所形成的坡度來确定侵蝕量。

5. 下侵蝕基准(水盆水准面)的上升只能沿河往上擴及到很有限的距离，这种距离决定于河流迴水的長度；在这种距离以上的地方，基准的上升对于河流侵蝕活动的作用即化為烏有。

海水准面的变动在理論上可能对河流上游段落的侵蝕作用有影响，但只是通过溯源侵蝕作用（以及堆積作用）來發生影响；这种变动既可能引起堆積作用的加強，也可能引起沿河向上的侵蝕作用的加強。

下侵蝕基准变动对于大河侵蝕作用的真正影响是不顯著的，而且其意义也各不相同。

6. 河流均衡剖面(均夷剖面与終極剖面)可以有不同的形态——

<sup>①</sup>从机理上看，均衡表示这样一种力的状态：即力引起了物体的移动。或将均匀的直綫运动傳达至物体。無論这种或是那种均衡的定义都不能就字面死板地应用于河流均衡剖面的學說上。

有凹形的（此为水量沿河向下增加的河流所特有），也有凸形的。階梯狀均衡剖面也是一种广泛分布的現象。

7. 河流剖面趋向于作为剝蝕水准剖面的最小坡降。正和海蝕堆積水准面緊接于下侵蝕基準一样，剝蝕水准剖面也从上面与下侵蝕基準相接。

8. 河流剖面——剝蝕水准剖面——是在好几个因素影响之下形成的（見S3），其中只有坡度是表示地形的一种要素。所以，地壳升降运动就反映在地面的坡度上，并通过它而改变河床的侵蝕作用。谷底剖面的坡度——剝蝕水准面的坡度——反映了升降运动与侵蝕作用的相互作用。

## 2. 剝蝕水准面

河流的終極均衡剖面就是剝蝕水准面的剖面。它提示了关于剝蝕水准面剖面地形的概念。就像海陸起伏曲綫所指出的，剝蝕面（денудационная поверхность）在两个不同的高度階梯上占据着陸地上很大的面積。这种情况使我們不由地想到地壳升降运动对于現代剝蝕水准面位置的影响。

实际上，这个类型地面的發展和地壳升降运动有着密切的关系。

**歷史的探討** 做为地形特殊类型的剝蝕面在1889年同时为阿·彭克和戴維斯所提出。阿·彭克把均夷面叫做波狀平原（Wellungsebene），而戴維斯提出了准平原（peneplain）这个名称，后一个名字比較普遍。這兩位作者都把均夷面看做殘余在地形割切得比較厉害而后来又为侵蝕作用和剝蝕作用所削低了的地方的地面。在这个基礎上李希霍芬，及其后的彭克（1895年）提出了另外一个名称——殘余面，这个名称在德國及奧地利也流傳很广，并且經過德、美地貌学者对准平原理論本質進行了長期爭論之后獲得了某些原則上的修飾。

比較平坦，但是高的准平原化的山地使人們想到准平原化的山地的年青隆起，而戴維斯也就提出了隆起的准平原。到二十世紀初期，准平原的隆起始終是一个难以解釋的过程，因为占統治地位的冷縮假說一直認為岩石圈表面运动主要方向是沉降（見前）。关于这个結論，

戴維斯曾經正確地反駁過休斯，並且指出了隆起的准平原。隨著大地構造學中岩漿學派的發展，地殼的隆起，也就是說，兩種符號的地殼升降運動，開始得到世人的公認。瓦·彭克（從1919年起）把這種大地構造的觀念列入到地貌學中。同時，他也大大地發展了關於山地均夷面的概念。

“關於陸面侵蝕的終極面與准終極面這樣的名稱——戴維斯寫道——需要加以研究，即便是粗略的研究也好。我個人的意見，就和我在選定名稱時所感到的一樣，是……對於侵蝕面應該很謹慎地使用“平原”這個字，因為全部的或者終極均夷的特徵是很少看到的，通常應採用“准平原”這個字來表示在侵蝕循環中發展過的幾乎達於終極的形態”（見第103頁）。

我想，這段引文及對“准平原”——剝蝕水準面——一詞的公認的特點可以使我不必再來更精確地論述這個術語的最初涵義。不過，平原及類平原在成因上的多種多樣性絕不是准平原這個術語所能包括的。我們必須確定這個概念在各種不同成因的平原的總系統中所占的地位。

約翰遜在1916年的時候就曾劃分過各種成因不同的地貌水準面。我們所說的“地貌水準面”的概念是和約翰遜在1916年提出來的“plan”的概念一樣的，不過他並沒有根據他的意見做出理論性的結論來。約翰遜認為：戴維斯1889年所提出來的“peneplain”是僅指侵蝕平原與類平原而說的。不過均夷面可能有各種不同的成因，所以就有必要用另外一個還未獲有侵蝕意味的術語來表示它們。約翰遜提出“plan”來作為這種術語。

**平原的類型** 在蘇聯領域內，至少有三種成因類型的平原：剝蝕或侵蝕—大地構造平原（эрозионно-тектонические равнины）、構造平原（структурные равнины）及堆積平原。堆積平原和那些相當於相鄰地區而下降的地域相關聯。我們也可以說：地槽區的特點是有剝蝕平原和堆積平原地段——很少是構造平原——，這些剝蝕平原和堆積平原的面積一般都是比較小的；而在陸台上，除去構造平原及剝蝕平原以外，面積寬廣、外形不規則的堆積平原亦是其特點。

所以，平原的主要類型可以在地槽區見到，也可以在陸台区見到。

所不同者是規模、形态、平原以及地槽区和陸台区的平坦地段所在的高度。

可以做为剝蝕平原（类平原）的例子，是欧洲平原的南部及东部；山中的剝蝕平原的例子則有：天山內陸剝蝕高原、帕米尔、阿尔泰山剝蝕面。

可以做为構造平原（类平原）的例子，是濱伏尔加高地、外伏尔加高地等欧洲平原东部的許多地区、中西伯利亞桌狀平原。

最后，屬於堆積平原的是：波列謝、費尔干納山間平原等。

自然，我們必須注意到这种分类特征的条件性，这和任何其他分类特征是一样的，即很多剝蝕平原反映了地質構造的特点；相反地，構造平原常常或多或少的为侵蝕作用所割切，而它們的表面常被剝蝕作用沿着斜交于層理面的方向切割。类似的过渡的例子在俄罗斯平原上是很多的。同样地，我們也几乎无法找到未曾为侵蝕作用和剝蝕作用所“惹动”过的、寬广不一的堆積平原。

然而所有上述三种平原类型一般都表現得很明顯，并且都是平原地形中的主要形态成因分类。

阿·彭克把剝蝕平原与構造平原相并列。他称前者为“Schnittfläche”，后者为“Schichtfläche”；前者的特点是：地形面（топографическая поверхность）低于地質面，后者的特点是：地形面和地質面一致。我們可以再作一种补充，即第三种平原——堆積平原，其地質面也是和地形面一致的。要知道，堆積地形的不平是由地層上層的原始不平面，例如淤積盖層等，所决定的。

所以，平原共有好几种类型。它們的多种多样决定于地壳升降运动的方向与幅度，因此也就决定于它們在各种構造上所处的位置。不过这些成因类型与形态类型的多种多样性却为它們共同的特点——平坦性所統一。这个平坦也反映了地壳升降运动与剝蝕堆積作用之間的关系。在这种关系下，剝蝕堆積作用从屬於終極剖面的規律，夷平了地壳升降运动所形成的高地与窪地。

剝蝕作用的能与堆積作用的能为地壳升降运动所引起，并且和地壳升降运动的強度成正比。为剝蝕面所切割的複雜構造和那些被堆積

層填“到头”的深的山間拗陷可以作为上述情况的例子。升降运动与剝蝕作用的这种相互关系就是在該两种作用对于地表面的影响成正比的任何地方形成剝蝕水准面的原因。

平坦性（和多山性一样）是地形的两个主要成因分类之一，它統一了不同类型（三种主要的）的平原。我們这里所理解的平原是一种成因方面的概念。

准平原（就像戴維斯所理解的）——只是三个平原基本类型中的一个。

现在我举两个例子來說明作为成因分类的平原的定义。

**波罗的結晶地盾类平原** 如果仔細观察，波罗的結晶地盾表面是很不平的。不过，如果我們把地形中的小的不平抛开不算的話，就会看到一个均夷面，或者，可以說，看到好几个具有不甚高的長垣的均夷面。

謝捷尔戈尔姆曾这样描述波罗的結晶地盾准平原：世人都認為發展在芬蘭斯堪的納維亞中部及东部的准平原是下寒武紀的。实际上准平原虽然古老，但比較起來还是年青的。关于准平原要晚于太古代可以从这种情况看出來，即它是發育在加里东山脉建造（斯堪的納山脉）中的。因此，准平原的年代不会老于古生代末期。在挪威北部，准平原切过了侏羅紀的断裂，所以它不会比后者古老。同样也可以断定，准平原比白堊紀的霞石-正長岩侵入体与噴發物年青。此外，还可以看到第三紀准平原化作用的遺跡。

根据这些事实可以知道，波罗的結晶地盾准平原化作用的遺跡已經为学者断定屬於自古生代起，也可能是从太古代起的不同时期。实际上，我們可以推断，地表面上的地壳升降运动的結果已为侵蝕-堆積作用所“抵消”，地盾表面几乎在所有地質时代中都保存着准平原的特点。

波罗的結晶地盾准平原化作用的特点之所以如此穩定，乃是地壳升降运动的幅度小而速度徐緩的結果。侵蝕-剝蝕作用足以使地形几乎不断地受到准平原化的作用。

总的說來，地形的一个类型——准平原——反映了这个地段岩石圈的平穩發展，这个地段有一部分是結晶地盾；有一部分是古老的（加里东的）地槽区。我們在这里所看到的只是平原三个主要类型之一的准平原，而其他两种类型——構造平原与堆積平原——分布并不甚广。

**俄罗斯平原** 苏联欧洲部分的平原地形曾經引起了很多学者的注意。А.П. 卡尔宾斯基及其以后的Г.И. 唐菲里耶夫都曾試圖解釋它。

А.П. 卡尔宾斯基曾經非常正确地用俄罗斯平原上平穩的構造运动歷史來解

釋這種現象，並且發展了他自己的得到光輝証實的俄羅斯平原升降運動的理論。他曾指出：無論如何，平坦性是俄羅斯歐洲部分地形自古生代以來的根本特點。也就是說，這是自五萬萬年以來的根本特點。“十分明顯，俄羅斯歐洲部分很大的一部分都屬於平穩地區”——卡爾賓斯基說。——“我國在我們所能追溯出的過去地質時代中，顯然從來沒有高出過海水準面以上很多”（見第77頁）。

在Г. И. 唐菲里耶夫所著的“地理學”中，曾有專門的、不很長的一章，題為“俄羅斯平原地形的成因”（卷1，第198——200頁）。唐菲里耶夫對於平原地形所做的解釋如下：

“平原地形的第一個原因就是構成平原的地層的水平產狀破壞程度極小。截至80年代止，我們還不能確悉這個水平產狀在那些地方受到重大的破壞。當然，靠近平原邊境的脊狀地形不算在內……不過，在總的平坦地形背景上，俄羅斯也可能有割切比較厲害的地形，如果該地一般說來是水平的地層稍微高於海水準面以上的話。這時，河流可能深深地嵌入大陸中，在分水界與山谷的高度方面造成了很大的差異。但是，保存着程度不等的水平狀態的地層可能沒有達到過任何較大的高度”（見第198，199頁）。

因此，唐菲里耶夫認為：歐洲平原的平坦性有兩個原因，即地層的水平性及地層升起的程度不大。但是他並沒有注意到兩種現象的關聯性，這就是俄羅斯陸台型平原的平穩發展及陸台所特有的地殼升降運動的小的幅度。

升降運動幅度小是蘇聯歐洲部分平原地形的成因。由於這個原故，侵蝕-堆積作用才有可能在從古生代起的所有時期中切鑿了曾經形成過的隆起及以淤積物充填了拗陷。

這就是歐洲平原平坦性的一般原因。至於說到個別的情況，則平原之被區分為三種類型的原由是這樣的：

剝蝕型平原可以看做升降運動幅度不大的最明顯的表現。在這一類平原中，各種不同年齡的河谷切割（泥盆紀的，侏羅紀以前的，白堊紀以前的，冰川時期以前的及現代的）時常位於同一個平面上。這種現象我們在這本書第二篇第一章中曾經提到過，它也是侵蝕作用與升降運動的均衡的表現。

構造型平原也是陸台平穩發展的直接的，或者間接的表現，由於陸台沉積蓋層的水平產狀而形成。地層水平產狀本身就是陸台型發展的結果，不過它在這里通過地層的岩性在平原地形上烙了補充的痕跡。這表現在地面的個別地段都呈層狀分布，形成堅硬岩層的陡坎，也就



是說，表現為地形的階梯狀。

堆積平原主要是淤積的。它們零星地散布在低地中，因此充填了這些低地，從而夷平了俄羅斯平原的地表。依照美國人所用的術語，它們是加積的平原（равнины агградации），而剝蝕平原是凌削的平原（равнины деградации）。這兩種作用都是朝着同一個目標——使地形均夷，形成地形的均衡剖面。在低地中發生堆積作用因而使平原的剖面升高，或在高地上發生深切侵蝕作用，因而使平原的剖面降低，都可以達到這個目的。

另外還有一個可以解釋堆積平原生成的因素，這就是冰川水。俄羅斯平原上的淤積地區主要是冰水堆積層區。如果我們注意到冰水沙的搬運和沉積只是在很短時間內的結果，則冰水沉積蓋層面積之寬度巨大（波列謝、麥紹爾等地）會更加出奇。如此巨厚的堆積層所以產生的原因是冰水水流的水量巨大。水量越大，河流得以搬運沖積物的坡度越小。我國河水搬運能力與其流經區的疏松冰川物質數量相比，小得不能成比例。厚層的冰水堆積層就是這種情況的結果。

冰水沖積物被搬運到很遠的地方並且沉積成平坦的蓋層，因為水量很多的河流在力圖形成平緩的均衡剖面，並保留有在坡降小時搬運沖積物的力量。

可能在俄羅斯平原地形中，不應僅僅劃分出侵蝕—剝蝕階梯地形。不久以前，M.B.皮奧特羅夫斯基曾經指出：位於塞茲蘭與卡麥申之間的濱伏爾加高地形成了兩個侵蝕—剝蝕水準面，也就是說，兩個准平原：上面的一個位於280—320公尺高处，下面的一個位於220—240公尺及在此以下的高处，並且，這兩個准平原為明顯的陡坎所分開。在同一本書中還很好地論述了這種平原——基本上是侵蝕—剝蝕平原的構造特點。

**山地剝蝕面** 在山地中，中亞的均夷面研究得最好。山地剝蝕面是天山、帕米爾、准噶爾阿拉套、西藏及喀喇崑崙、阿爾泰山、薩彥嶺等地景觀的特點。

近年來，曾經繪制了天山北部及准噶爾阿拉套地形的各種類型圖。這些圖首先以數量表示了剝蝕面在山地總面積中的比例。

現在把这些数字摘錄于下。

山 脈 名 稱	侵蝕堆積面的面積 (在山地總面積中的比例)
外伊犁阿拉套.....	20
克特明.....	16
吉尔吉斯阿拉套.....	16
准噶尔阿拉套.....	10
阿尔泰山 (西南部).....	24

均夷剝蝕面自阿尔卑斯式山頂及山脊开始，出現于各种不同的高度上。正确一些說，在大多数場合下，剝蝕面都降落到較低的地方，有时达于山麓，这样，就好像成了山脉地形的概括的表現。不要以为，剝蝕面具有平坦的地形。这种地形时常可以成为丘陵的，有时候它也会过渡到低山与中山。位于山脉基底及山間凹地的沉積層的年代与岩性說明：在老第三紀时，在天山及帕米尔高原的地方即已沒有高山。这个寬广的地域为准平原化地域所占有。在中生代及老第三紀时，產生了寬广的剝蝕面，这个剝蝕面在第三紀后半期及第四紀时，由于地壳升降运动而变形。由于这些运动，剝蝕面变成了波狀弯曲的形态。它在波脊处隆起了好几公里的高度，为正断層所分割并变形成多階狀。

所以，我們可以把中亞山地的剝蝕面划分为兩個發展階段：均夷階段与均夷面隆起階段。如果我們引用C.C.庫茲涅佐夫所提出的術語，則可以称之为原地面 (автохтонные поверхности) 与異地面 (аллохтонные поверхности)。

这一类異地面当然是見于陸台区的，因为升降运动在各地都在進行改变——使剝蝕面隆起与沉降。但是“異地的”現象在地槽区表現得特別清楚，在那里可以看到剝蝕面垂直地移动数公里的現象。

現在我們引用几个例子來說明山地剝蝕面的地形，分布情况与变形的特征。

克特明山脉 “整个山脉的所有山頂面都是夷平的。它的高度变动的范围不

大，最高点达于3500公尺，逐漸向西低落。这个波状表面形成了特殊的弯曲，平緩地向西南兩方低落。它被稠密的水文網割切成一个个平坦的波状地塊，深深地突入于河間地区的狹窄的槳形地。在东部，山嶺相对兩坡上的小河河源有时匯合起来，形成襲夺現象”（卡列茨卡娅、阿夫修克及馬特維耶夫，見第132頁）。

准噶尔阿拉套 侵蝕剝蝕面分布甚广，占有不同的高度——自山頂至山麓。均夷面常常形成位于其上的、具有阿尔卑斯式地形之地塊的寬广山麓，并且成寬闊的槳形地深入到地塊之內。有些地方，阿尔卑斯式地形的頂部常常是夷平的地段，这些地段逐漸低落，形成向山麓均夷面的过渡。“在高度較大的冰川地形中，均夷面分布也很广。在較低的地方，在海拔3000, 2000, 1200—1400公尺的地方也可以看到这样的地形。“和中央地塊一样，在这里，这些山頂均夷面在很多情况下时常剝露了弯曲，从山脊中部向周圍低落（見同書第158頁）。

在帕米尔侵蝕-堆積均夷面構成了中部帕米尔景观的特色。

就像我所指出的（1937年），一般地說來，中部帕米尔是比它四周的高山稍稍低落的。邊緣的高山为白皚皚的邊緣万年雪帶（这在中部帕米尔几乎是沒有的）着重地襯托了出來，这些高山由“七座大山”組成：东有昆古尔及穆斯塔格-阿塔地塊（圖31），南有兴都庫什山及瓦漢山，西有科学院山，北有外阿萊山。

整个說來，中部帕米尔地形可以說是高差在1—1.5公里以內的低山和中山；不过，其中也夾有絕對高度很大的、平均达5—5.5公里高的山。所以，地形夷平現象會在中部帕米尔地形上加上了烙印。在帕米尔地区，也可以看到更加平坦的真正的剝蝕面。这种剝蝕面在貢特河上游，在舒格蘭及巴查尔-达里英山的接合处發育得最好。在这里，从科依-捷澤克山隘向西和往南，伸展着寬广而平坦的微波形地面。在这个平面上，自南方起，主要是鋸齒形的、复盖着万年雪的瓦漢山（圖32）。

近年來，对于亞美尼亞高原（C.C.庫茲涅佐夫）、烏拉尔（B.A. 瓦尔桑諾費耶娃、A.B. 哈巴科夫、H.B. 巴申宁娜）、薩彥嶺（B.B. 洛馬金）、斯坦諾維馬（E.B. 巴甫洛夫斯基、H.B. 杜米特拉什科）等的剝蝕面都作了很好的描述。

**原始殘余面和終極殘余面** 上述的例子告訴我們：剝蝕面既發展在陸台区（在那里，它們几乎占有整个陸地），也發展在地槽区—山区。在后述的情况下，这些表面是片断的，它們有着各种不同的变化，或呈階梯狀下降，出現于各个不同的高度。

如果原地的古老剝蝕面未能以其純正的形态出現，則无论如何，

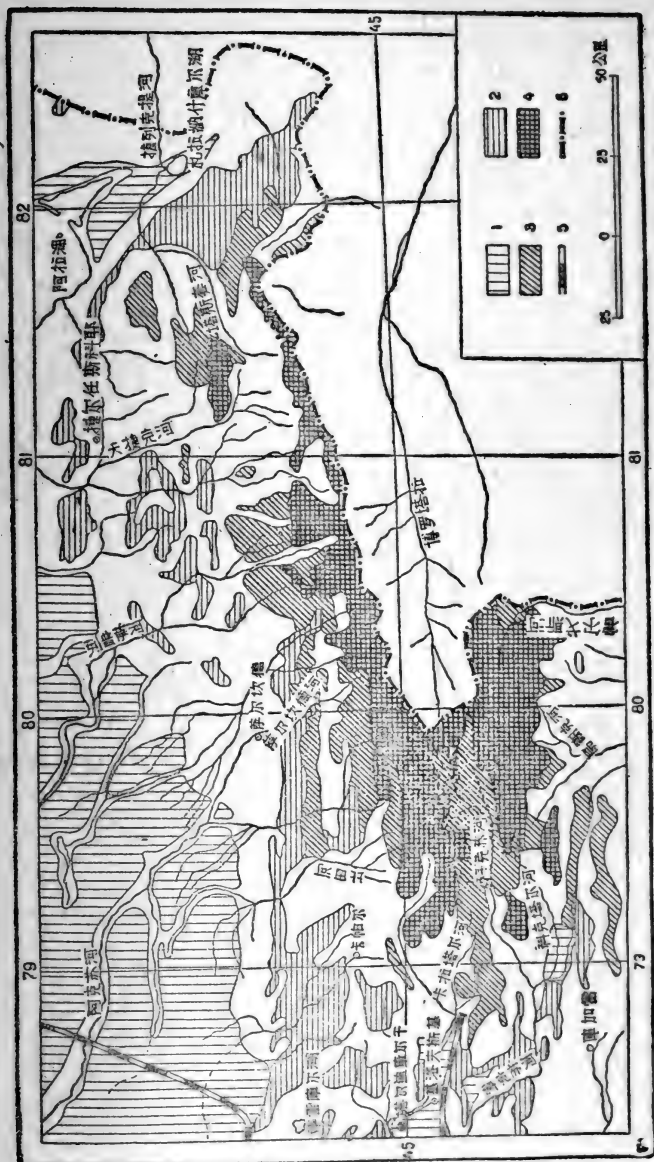


圖 30. 准噶尔阿拉套的山地剝蝕面 (据M.C. 卡列茨卡娅、C.H. 馬特維耶夫及Г. А. 阿夫修克)

1—平坦的古代淤積-坡積平原，長坦狀及坡狀起伏平原；2—在低山範圍內具有和緩輪廓及坡面的低山地形；3—具有和緩輪廓的高山均夷地形及山中平坦平原与波狀平原；4—中等切綫程度的及均夷平了高山-冰川地形；5—具有和緩輪廓的低山均夷地形及山中平坦平原与波狀平原；6—中等切綫程度的及均夷平了高山-冰川地形。



圖 31. 中帕米尔諸山及昆古尔与穆斯塔格-阿塔东境的山脉。馬尔科夫攝



圖 32. 科依-捷澤克隘口地区的中帕米尔夷平地面和超越在它們上面的瓦漢山的雪峯。馬尔科夫攝

这些地表面的原地性 (автохтонность) 在平原-陸台区总要表現得明顯一些, 而剝蝕面的異地性 (аллохтонность) 則为山地的地槽区所特有。

顯然, 剝蝕面在地形、面積以及分布高度上的差異是陸台及地槽的升降运动幅度与速度的一般差異所造成的。

瓦·彭克曾試圖將剝蝕面划分为兩個主要类型。他把它們叫做: (1) 原生殘余面及 (2) 終極殘余面。

1. 瓦·彭克的終極殘余面的涵义和戴維斯所說的准平原是相同的。終極殘余面形成于上升作用为侵蝕作用和剝蝕作用所抵消因而山地被夷平之时。譬如, 如果我們認為天山地形的均夷面是由于古代山岳地形 (華力西期的) 被切削而生成的話, 則我們可以說这个均夷面是由中生代至老第三紀时的終極殘余面。它的形成好象就此結束了山地的發展。

但是我們可以很容易地看到, “終極殘余面”这种說法是很不自然的。要知道, 在地形的發展中, 是沒有而且也不可能有任何終結的。天山在中生代—老第三紀的一般的准平原化作用时期以后, 又曾开始隆起; 准平原曾被抬升發生弯曲, 为正断層分成許多部分, 而在目前正經受着冲刷作用。如果从对現代的山岳地形的关系來說, 中生代—第三紀的剝蝕面就是原生的剝蝕面了, 因为現代的山岳地形就是在各种变化的影响下从这个面形成的。

2. 瓦·彭克的原生殘余面就是歷來如此的一种类平原。升降运动的幅度小使得升降运动所造成的不平可以为侵蝕作用与堆積作用等外力作用所夷平。因此地形保存着平原的形态。原生殘余面是那些在構造运动發展得比較平穩陸台区所特有的。在具备某些条件时, 这些“原生—平坦”地段在山地也会保存着。

我們已經看到, 前一个概念是多么附有条件性。至于第二个概念也可以这样說。苏联欧洲部分的平原在从古生代 (那时候在現在的俄罗斯平原中实际上还没有山) 以來的長时期 (不过不管怎么說这个时期終究是有限的一个片断) 中都是“原生的”。但是在这样的情况下我們應該把这种地表面称为穩定的 (在一定的地質年代內是穩定的),

而不應該称之为原生殘余面。

“原生”这个術語是根本不对的，因为在元古代及太古代时，欧洲部分平原的地形中很可能有山。对于这些山來說，标示着以后的均夷階段的这种平原乃是終極的。总之，划分原生的及最終極的殘余面在原則上是行不通的。瓦·彭克所引用的例証是不能令人滿意的。这两个概念只能用来表示这样的意义，就是：我們在一些地方看到了形成于

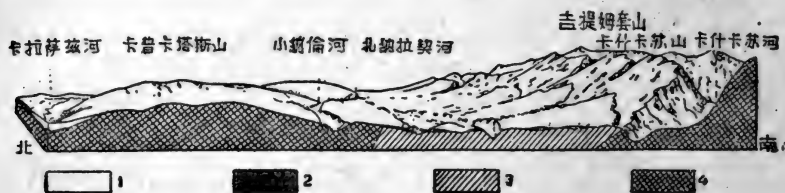


圖 33. 卡什卡苏山及卡普卡-塔斯(天山)的变形剝蝕面(据舒尔茨)

1—現代沉積；2—冰川沉積；3—第三紀沉積；4—古生代沉積

山岳地方的均夷地形，而在另外一些地方看到了形成于均夷地形上的山岳地形。在这样說的时候，我們总要預先說明：我們所研究的地形的發展是从哪一时代开始的。从上面所举的零星的例子中可以看出，俄罗斯平原地形是終極殘余面，而天山的均夷面則是中生代——老第三紀原生殘余面的片断。

这样的結論就其意义來說和瓦·彭克所得出的結論完全相反。

**剝蝕水准面的变形类型** C. C.舒尔茨曾經研究过剝蝕水准面的变形。我們在前述M. C.卡列茨卡婭、C. H.馬特維耶夫及Г. A.阿夫修克等人的著作中也可以看到很多有意义的內容。

这里先举几个例子。

毫無疑問，大褶皺的波就是現存古均夷面的变形类型正是这种变形类型更清楚地表現了主要地貌过程——升降运动——的特点，也正是它構成了地形的最大的外形。

C. C.舒尔茨認為天山就是大褶皺的波：

“描述地区地形的基本輪廓——他說——我們認為只能用下面的假說來解釋，就是：第二級的山壠及分隔它們的縱向窪地乃是从第一級背斜發展出來的第二級



的平緩褶皺，而第一級背斜就是整個捷爾斯克依-阿拉套山系。”這個結論可以更擴大為：“如果我們把這整個山系看成（在西方停息了的）褶皺的巨大分枝在地形上的表現，褶皺的背斜是山嶺，而向斜則是窪地；那麼，天山的山嶺與窪地的相互位置及其構造的一般類型就可以理解了。這種純外部的山勢學的結論已經為天山的個別山嶺與窪地的地貌學和地質學的研究所証實（1937年，第629頁等）。

均夷面受到各種各樣的彎曲。譬如，在伊塞克-庫爾以南的地方“捷格列克山峯由花崗岩構成，後者為平坦的古剝蝕面所切割，剝蝕面以 $20^{\circ}$ 的角度向北傾斜……博茲查布-克茲爾套山的南坡遠較北坡短而且陡，如果把这些山脈的近代隆起看作是一個大皺曲，則這個褶曲就是一個不對稱的褶曲……（第775頁）”。

圖33描繪了這一類彎曲了的均夷面。除去褶曲以外，也看到了均夷面的斷裂。

M. C. 卡列茨卡婭、E. B. 巴甫洛夫斯基、H. B. 杜米特拉什科、C. B. 奧勃魯契夫、Д. М. 科洛索夫等學者都曾描述過以上兩種現象。斷裂與徐緩彎曲了的剝蝕面的結合情況無論在那一處都沒有在濱貝加爾湖地區那樣表現得那麼清楚。斯塔諾沃依嶺巨大山穹的曲線在這裡形成了傾斜的均夷面。這個均夷面為古河谷所割切。山穹本身變成了一系列的塌陷，周圍為巨大的斷裂所局圍。所有斷裂中最大的就是世界最深的湖——貝加爾湖。

在國外的很多地區，彎曲及為斷層所分割了的剝蝕面也曾被描述過。瓦·彭克曾對阿納托利半島作過這種描述。維里士對於死海地區所作的描述是最出色的。維里士稱之為“猶太成熟面”的均夷面形成了死海側翼的隆起——巴力斯坦及外約旦地塊。該均夷面在這裡上升到海水準面以上750公尺的地方。在死海底部，該均夷面卻又位於海水準面以下780公尺之處。

“准平原的侵蝕面——維里士寫道——可以當作任何一種地層一樣地來使用。在這方面，主要的推斷可以和我們對於沉積層所做的推斷一樣。沉積層向下沉積在水下的斜坡上，而侵蝕面呈斜坡狀從水邊上升。在這兩種情況下，都有一個一定的平面，這個平面只能在和水面保持一定的關係下發展。位於水準面以上或以下的平面位置的變化決定着變形，位置變化的量與變形的量相一致，而彎曲或變動了的地面形態則表明構造發展的程度”（見第16頁）。

這一段是我特意引用的。它使我們想到：歸根到底，准平原的侵

蝕面，亦即剝蝕水准面是和下侵蝕基準有关的。剝蝕水准面的剖面就是河流均衡終極曲綫的剖面。对剝蝕面原始（未曾变形的）地形解釋的不明确也就是由于这个原故。后者（均衡剖面）并没有数学曲綫的剖面。它的地形可能是階梯狀的。它的升起虽然是徐緩的，不过在随着远离下基準的程度仍可能达到某种不能精密确定的高度。

所以，如果剝蝕面發生了变形的話，它就成了升降运动的幅度与形态的不太精确的指标。前面曾經指出（第一章），我們在研究了与基本地表面（世界洋平面），亦即零度等高綫高度相当的古海岸变形形态以后，就可以獲得关于这方面的比較精确的結果。

**剝蝕水准面众多性的問題** 关于剝蝕面可能發生弯曲并且位于不同高度（很多的观察已經証明了这一点）的事实可以很容易地用振盪运动的机理來解釋。如果升降运动有断裂伴随發生，并沿着断裂面發生了垂直的位移，則剝蝕面也会分散为階狀分布的地段。可以很自然地想到，譬如說，天山的高剝蝕面是从一个中生代——老第三紀微波形的低剝蝕面生成的。在这一方面，这个問題已为戴維斯——就象我們所看到的——以及他的观点相同者維里士所解决。

瓦·彭克用所謂山前梯地的概念使問題大加复雜。关于这个概念我在这里只簡單地講一講，至于对它的批判則留待下面專門討論瓦·彭克观点的那一章再進行。順便提一下，“山前梯地”这种說法是不确切的，因为所要說的实际上是关于山的梯地，亦即所說的是关于山岳地形中的梯級地系，而不是山麓。

瓦·彭克發揮了他的想法說，很多高地形成了成同心圓分布的梯級地系，这些梯級地有时圍繞着割切甚剧的及較高的中央山地。这些梯級地瓦·彭克称为山前梯地（Piedmonttreppe），而在德國的文献中，可以看到这个名称的極多的同义字。有一个时期，哈茨、黑森林、薩克森礦山、阿尔卑斯、斯堪的納維亞、阿納托利亞、科迪勒拉、阿巴拉契亞等地的山前梯地都會被描述和研究过。以后不久，被描述及研究的还有伊斯波林諾夫山、奧登瓦尔德山、亞平宁山、喀尔巴阡山、巴尔干、芬蘭、崑崙山、阿尔泰山及日本的山前梯地。在苏联，被描述过的山前梯地有烏拉尔（瓦尔桑諾費耶娃）、阿尔泰山（卡列茨

卡婭)及帕米爾(馬爾科夫)。这样就形成了并被一再重复的、大家都曉得的教条,因此对于瓦·彭克观点的爭論主要都是关于山前梯地的形成問題。

依照瓦·彭克关于斜坡發展的观念,山前梯地的生成是不难解釋的。这个解釋好象在作者本人談到地方侵蝕基准对于保存高于其上的以前地形的特点之影响时曾經提出过。实际上,当地形在上升發展时,地形的上部甚至可以成为比陡峻地形占优势的平原,不过它为陡峻地形的斜坡坡坎所分隔,因而沿着从前的“下降的”背景繼續单独地發展着。如果在上升發展阶段之后,隆起漸緩,再度开始下降發展的話,則在陡峻地形下可能發生平坦地形,而如果隆起作用再度加速的話,平坦地形之下又会形成陡坡地形。在最后,可能發生由一系列梯級地組成的山前梯地,地方剝蝕基准的影响維持着这些山前梯地的存在。

山前梯地形成的主要先决条件是与高度逐漸加大同时發生的上升地区的逐漸擴展。按照瓦·彭克所說,就是隆起的幅度与時間的增大。

在俄國的学者中,瓦尔桑諾費耶娃最快地、最完全地反映了瓦·彭克的所有观点。她吸取了瓦·彭克的上述观点,描述了北烏拉爾山坡上的山前梯地:

“这样,我們可以断定在烏拉爾山範圍內有好几个均夷了的侵蝕面,分布在不同的水准面上。每一个較低的面都嵌入其上分布有較高的面的坎坡中,成为一种河谷系的形狀,河谷系逐漸割切了这个陡坎,最初在边緣地方形成島狀山景观,然后在中央部分形成島狀山景观,最后就把这个較高的梯級地完全破坏。”

“这就是一个个互相重叠的侵蝕平原系,在这些侵蝕平原中,每一个后來的侵蝕平原逐漸地破坏了前一个侵蝕平原,成为河谷網的形狀,嵌入前一个侵蝕平原中——这就是我們上面所說的Piedmonttreppe(山前梯地)。它們的这种分布情况非常清楚地說明:它們并不是一个半徑向变动并升高到不同水准面的准平原中的一部分。因此,我們在烏拉爾并没有找到單一的古准平原”(見第164頁)。

B. A. 瓦尔桑諾費耶娃分出四級山前梯地。最老的一个梯地的时代是三疊紀。

必須指出,在瓦·彭克的一篇对地貌学者的智慧起了很大影响的主要論文發表以后(1924年)不久,学者們在許多山区都开始注意起

山前梯地來了。不过在最近期間，學者們又重新回返到單一剝蝕面，或者至少是少數剝蝕面的觀念上了。

譬如，學者曾有一個時期認為在阿尔卑斯山有很多的剝蝕面。不过馬哈契克最近的著作却大大地簡化了阿尔卑斯的情景。

我們都曉得，——馬哈契克于1930年寫——在漸新世中期，整個阿尔卑斯曾經發生過最后及最高的激發性褶皺和逆掩斷層。這些運動一定是在很大的深度，並且是在極厚的從那時起即已被沖刷的岩塊壓力下進行的。這些運動並不是向上，而是沿着水平方向起作用，有時甚至在深處起作用，因而自然不能形成高山。環繞着阿尔卑斯山的相鄰沉降區中的沉積層，其特點也和這些運動相適應。它們的細粒成分與中粒成分說明：在阿尔卑斯造山作用末期以後很久，在今日的阿尔卑斯山地方仍未形成山地地形。不过，在石灰岩阿尔卑斯山高峻面的頂部可以看到很小的礫石，這些礫石說明：在它們沉積的時候，河流是自中部阿尔卑斯山向北流的，它們橫過當時還未形成的縱向峽谷，因為這些礫石在石灰岩阿尔卑斯高原古中山地形的山頂與山坡中也可以看到，所以石灰岩阿尔卑斯高原可能是在利克申涅克爾所說的比較古老及變化不多的“奧金斯泰因景觀”（Augensteinlandschaft）以後形成的。這種地形以後仍舊保存着，成為高的均夷面與丘陵的形狀。在經過長時期的上升以後，這些均夷面與丘陵就形成了今日的高山。這就是阿尔卑斯的單一的剝蝕面。

“阿尔卑斯是在一個巨大的上升作用時期中逐漸發展的”（見第307頁）。

在第二次世界大戰以後（1939年），馬哈契克又分析了阿尔卑斯的地形，並且再一次地斷定：在阿尔卑斯地形中只有一個剝蝕均夷面。這個均夷面遠不是一個平坦的面，而是有着高差在800公尺以內的相對變動。這個均夷面在石灰岩的阿尔卑斯、中部阿尔卑斯以及拔海1600—2800公尺的法蘭西阿尔卑斯等地都可以追溯出來。阿尔卑斯單一剝蝕面的年代是下中新世或中中新世。從那時起，這個剝蝕面就被抬升並且發生了變形。同時，在西部阿尔卑斯，大部分是東西向的大褶皺型的地面彎曲；而在東部阿尔卑斯，則通常是塊狀的隆起居伏

勢。正如馬哈契克所指出的，認為阿尔卑斯有數達25個剝蝕水準面的說法是不對的。

M. C. 卡列茨卡婭和C. H. 馬特維耶夫在上述不只一次引用過的著作中顯然是站在瓦·彭克的立場上，並且力圖保持彭克的思想方法的。然而對東南哈薩克斯坦地形的精闢研究使得他們不能支持山前梯地面眾多性的假說。

“我們在這裡接觸到的是否是在山脈增長時的比較寧靜時期中變形了的各個時代的均夷面系呢？——他們說——或者是所有現代位於不同等高水平面的均夷面都是在山岳上升時受到變形的單一均夷面的一部分呢？——這個問題還是不很清楚的”（見同書第160頁及162頁）。

Б. Л. 李契科夫劃分出一系列高度經常不變的水準面的觀念是經不住批評的，關於這一點我以前（1945年）曾經指出過。

不要根據上述各點來作結論，說我根本不同意幾個剝蝕面的說法。我在本章中只是論述學者意見的改變，目前一般地說來，這些意見都是不同意瓦·彭克的山前梯地假說的。

在後面的一章里我將要分析這個觀點，該章是專為分析和批評瓦·彭克這個盛行的見解而編寫的。

**剝蝕水準面的描繪** 海的等基面（Изобазовые поверхности）（見上）可以很準確地表現出地形由於地殼升降運動而受到的變化，其表現的精確度有時可達一公尺的幾十分之一。海岸綫的高度就是在等基綫法的基礎上精確地定出的。剝蝕面的描繪其精確度要差得多。只是在不久以前，才以極概括的方式繪制了蘇聯境內剝蝕面圖。東南哈薩克斯坦山地的高剝蝕面圖繪制得比較精確（圖30，見上）。

就是在這些圖上所表現的也只是剝蝕面的分布面積，而不是它們的地形。

法國的地貌學者馬東與梅因所提出的方法是最精確的，它們把剝蝕面地形用等位綫描繪出來（圖34）。這種等位綫使我們得到關於剝蝕面變形的概念，因此，它們也就表現了地殼升降運動的數量。

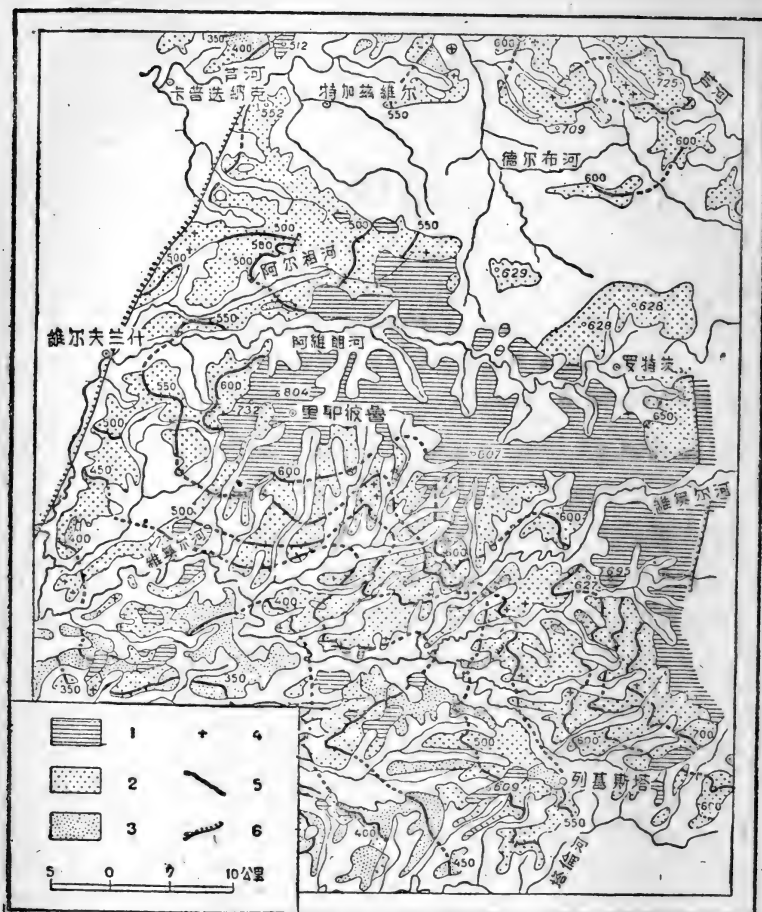


圖 34. 中法蘭西地塊東南部的老第三紀侵蝕面圖

- 1—老第三紀水準面以上的水準面；2—老第三紀水準面；3—礫石粘土沉積；4—沉積物的孤立地段；5—50公尺高的老第三紀地面的等立綫；6—斷裂

## 第九章 雪綫水準面

到現在为止，我才談了兩個地貌水準面，我把它們叫做海蝕地貌水準面及剝蝕地貌水準面。這兩個水準面在其發展过程中都力求接近

于地球体的面，并且海蝕面总是分布得比地球体的面低一些，而剝蝕面（准平原）則分布得比地球体的面高一些。

地球体的面可以看做是上述兩地貌水准面的發展極限，可以看做是兩種水准面的基準面。

在地球表面上有沒有任何其他的地貌水准面，而在这个水准面上有另外一些地貌过程在活动呢？

毫無疑問，这样的地貌水准面是有的。我們可以划分出高地貌水准面。不过所有的高地貌水准面并不是都可以相当确切地論述的，并且也不是每一种地貌水准面都具有同样的地貌意义。

在这一章里我將較為詳細地談談高地貌水准面中的一种。

在高水准面中，雪綫水准面具有最大的地貌意义。这是我們必須探討的第三种地貌水准面。

**雪綫与雪圈** 关于雪圈、冰圈概念的創始人实际上并不是亨达尔（象一般所說的那樣），而是罗蒙諾索夫。他于1763年在專著“論地層”中用寒冷大气圈、冰冻大气圈、大气圈冷層等名詞确切地論述过这个概念。下面就是罗蒙諾索夫在論述西藏气候寒冷原因时所寫的一段：

“凡是知道永冻的距离，也就是說，大气圈冷層与下層地面或海面之間的距离的人，对于西藏的空气比那些和它同緯度的其他地方都要寒冷的原因就不会發生怀疑。可以肯定地說，西藏是高出海均衡面很多，它靠近大气圈冷層，在这种冷層中產生着雪和雹，那些不畏夏日炎熱的雪和雹不僅降落到我們所在的边区，并且也从上面降落到最热的地帶。我們可以确信：嚴寒在无障碍地控制着离我們头上不远的地方。常年为冰雪所复盖的高山頂指示着它的退却程度。有經驗的天文学家及地理学者曾經計算出，在赤道地方大气圈冷層約距海均衡面4俄里。在靠近極地帶，也就是說在66度半的地方，大气圈冷層就已經位于地平面上了。这个結合点在夏天向北移，在冬天向南移，可見嚴寒就位于大气圈冷層达到地平面的地方”<sup>①</sup>（見原書第175）。

“罗蒙諾索夫認為“大气圈冷層”在西藏位于海平面以上3 $\frac{1}{2}$ 俄里的高处。在“聖彼得堡”緯綫处則位于海面上1 $\frac{1}{2}$ 俄里处。至于說到南美，則“这一部分的主要

①着重点是我加的——馬尔科夫。



高峯就是科迪勒拉山，它的聳入云霄的最高峯伸入到寒冷大氣圈內……。克維托省就位於這些山中，它剛好位於海面與水凍大氣圈中間一半之處”（見原書第175頁）。

大家都知道，所謂雪綫就是這樣一個面，在這個面上，降落的固體降水量與融化的固體降水量間達到了平衡。我所說的雪綫是指氣候的，或者更妥當一些說，是指着理論的雪綫而言的，也就是說，這是從地方條件中抽取出來的一種極端抽象的概念。理論的雪綫在於從年平均均衡上來研究降雪堆積與消融之間的均衡狀態，並將其看做一個水平面。因此，堆積與消融間短期破壞，以及地形的地區特點所造成的影響是忽略不計的。

在雪綫以上分布着萬年雪區。萬年雪區可能有的垂直厚度是怎樣的，我們還知道得很少。實際上的，也就是說，在現存的高山範圍內的萬年雪區是沒有上界的，如果不總是這樣的話，至少在大多數情況下是如此的。

不過最早的冰川學者亨達爾及海穆就已經認為：萬年雪區是有某些一定的厚度的。亨達爾在九十年以前（1858年）曾經推斷：如果山岳相當高的話，那麼“萬年雪地帶可能形成一個帶（пояс），在這個帶以下，夏季時會展開一片無雪的平原及山谷，在這個帶以上則聳立着無雪的山頂”<sup>①</sup>（見原書第198頁）。

海穆也曾推斷有雪綫上界存在。他在1885年寫道，在某一臨界高度以上降雪的堆積條件會變得差一些，因此從理論上來說，不僅有雪綫下界，並且也一定有雪綫上界，雖然雪綫上界是否確實存在於任何某一山群中我們還不知道。無論如何，“雪區是一個厚度不等的層”（海穆）。有些地方，雪綫上界和下界相會合，而萬年雪層就完全尖滅了。不要以為如果山岳相當高的話在任何地方就會有冰川。

冰川學的奠基者們發揮了這樣的想法。他們認為，世界上存在着一定的垂直地帶的萬年雪，這種地帶不僅有下界，而且有上界。很

①着重點是我加的——馬爾科夫。

久以后，在1923年，波蘭的冰川學者道布羅夫斯基把這個地帶稱為雪圈（хионосфера）。再以後，蘇聯的冰川學者П. А. 舒姆斯基發展了關於雪圈的概念，並且指出，在高緯度地方——南極洲及格陵蘭北部——不僅確實有雪綫下界，而且還有雪綫上界。舒姆斯基曾經用一

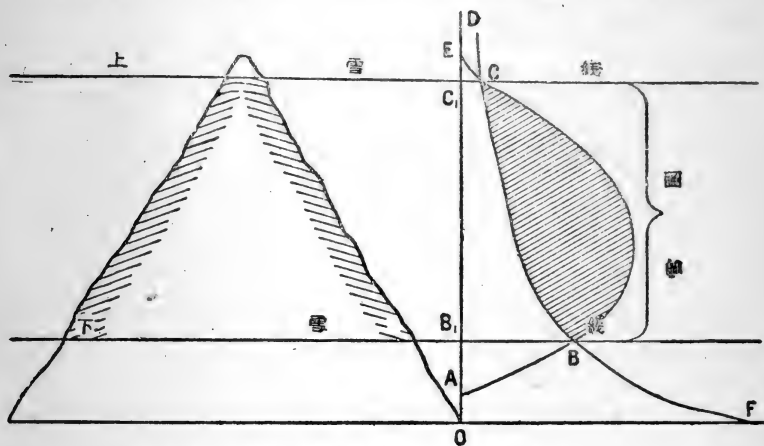


圖 35. 雪圈與雪綫（據П. А. 舒姆斯基）

個圖示解釋了關於雪圈的概念，這個圖示經我加以更改後引用在這裡（見圖35），該圖示可以簡單地解述如下。

假設我們沿着橫坐標的軸記雪的消融量和堆積量，沿縱坐標的軸記高度的話，那麼ABCE綫就是雪在不同高度上的堆積曲綫，而FBCD綫就是雪在不同高度上的消融曲綫。可以看到：隨著高度的增加，降水量也逐漸增長，以後，在高度繼續增長時的情況下，而達到某個數值，然後降水量就又減低了。這種規律性很明顯地表現在阿爾卑斯山和蘇聯中亞的山脈中，此規律也適用於山地的降雪。圖35中的堆積曲綫就指出了這種規律性。

消融曲綫就完全是另外一種情況。隨著遠離於地表面（它是使大氣變熱的主要源泉）的程度，消融量逐漸減少。

在圖表中，兩條曲綫相交於B點，然後往上互相分開，又互相接近，再一次地相交於C點。兩曲綫間畫有綫條的地方指出了BC兩個高度之間的雪的堆積強度， $B_1$ —— $C_1$ 的垂直距離就是雪圈的厚度； $B_1$

点在横坐标轴上的高度，亦即 $E_1-O$ 这一段，相当于雪綫下界的高度； $C_1$ 点的高度相当于雪綫上界的高度，在雪綫上界以上（即在雪圈以上），山岳仍升起到相当的高度。

以后为舒姆斯基着重地提出的这个概念，我們在本章里就要加以評述，不过实际上我們所接触到的通常总是雪綫下界。下面为了簡便起見，我將只說雪綫。只在談到雪綫上界时，才使用“下界”这两个字。

我們都熟知，雪綫有着不同的高度，它的高度既决定于地方的緯度或地帶性因素，也决定于相对于大陸边界的位置，亦即区域性的因素。有一个剖面（圖36）描繪出了垂直的經綫方向的断面。在这个剖面上，上面的一条綫表示現代的雪綫，下面的一条綫表示古雪綫。在圖上指出了雪綫从兩極到亞热带高压区的逐渐上升及在赤道帶的稍稍下降。

我們也可以沿緯綫方向画出这样的剖面來。譬如，經過亞非大陸画出这样的剖面，以便把关于雪綫自阿尔卑斯至大陸深处逐渐上升及

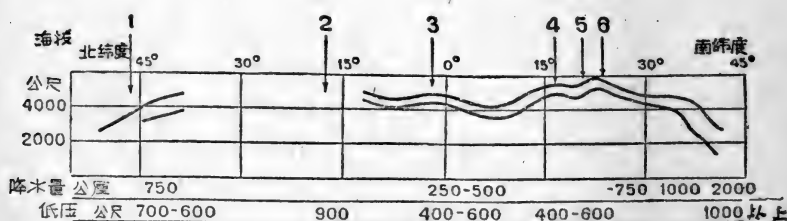


圖 36. 科迪勒拉山中的現代雪綫与古雪綫（据克留塔）

由于靠近太平洋海岸而稍稍低落的明顯概念表示出來。描繪雪綫高度的比較完善的方法不是直綫法而是面積法。面積法是用等位綫系來描繪雪綫高度，对于了解得比較清楚的高地，如高加索、阿尔卑斯及斯堪的納維亞山等說來，这个方法是可取的。高加索的类似的圖早在30年以前就巳由A. Л. 萊因哈德繪制出了而北極的类似的圖也巳由阿尔曼及П. А. 舒姆斯基繪制出。

在П. А. 舒姆斯基所繪的圖（圖37）上可以明顯地看到：大陸上

的气候雪綫的最高位置在亞北極区——拔海2000公尺到3000公尺处，在雅庫蒂亞东北方高度最大。奇妙的是在英迪吉卡河上游，在已經受到太平洋低压的影响的松塔尔-哈亞特地方，雪綫位于2300公尺高处。

在靠近海岸的地方，雪綫降低得很厉害，在北（朝向北冰洋）、西（朝向挪威）及东（朝向白令海）等方向平均高度为1000公尺。在更北的地方，在北極陸棚帶，雪綫仍繼續降低，不过降落得慢一些。

“在斯匹次卑尔根，600公尺的等雪綫几乎达于北緯60°，达到欧亚大陸的最北点。沿着斯瓦尔巴特东岸，可以看到等雪綫向南急剧弯曲。在巴倫支海及喀拉海北部，雪綫降低到100公尺以下；在新地島区，則接近于海水准面。沿新地島西岸，也可以看到等雪綫向北的折曲，在法蘭士約瑟夫地南部更加顯著。在这里，等雪綫在新地島中部減縮得很厉害，而在北緯75°以北，雪綫的降低就進行得較慢。在向南折向喀拉海以后，等雪綫又远远地偏向泰麥尔以北。然后，雪綫在北地島北部遽然低降到50公尺。更向东方，可以勉强强地看到等雪綫在新西伯利亞群島西部向北曲折。最后，在弗蘭格尔島地区，可以推断雪綫会升高很多（依照舒姆斯基的說法，可达1000公尺——馬尔科夫）。此时，雪綫異常高的地帶大概包括所有加拿大群島及格陵蘭北岸”（舒姆斯基）。

这幅圖給了我們一个非常清楚的关于雪綫面的复雜形态的概念。我們在头脑里总结一下这圖上的資料（圖37），就能一般地了解复雜而不規則的雪水准面的弯曲情况，亦即如本章标题所寫的雪綫水准面的弯曲情况。

**决定雪綫水准面位置的因素** 對我們說來，重構雪綫水准面的“地形”有下列的意义。首先，我們必須肯定：雪綫水准面可以决定几种特殊的地形形成作用的地方性，譬如：冰冻風化作用、土溜、冰川侵蝕及冰川堆積作用。因此，第一个問題就是：这些作用在靠近雪圈下部的那一部分地形改造过程中，所占的比重是怎样的。然后我們應該注意一个地貌学的基本問題，这就是研究我們所看到的古雪綫水准面，因为它是雪綫的原始高度与地壳升降运动帶給地形的那些变化之間的相互作用的結果。現在我們就來談一談这种的内外力作用之間的相互关系，这样的关系还研究得很少，但是在以后解釋地貌学的基本問題时

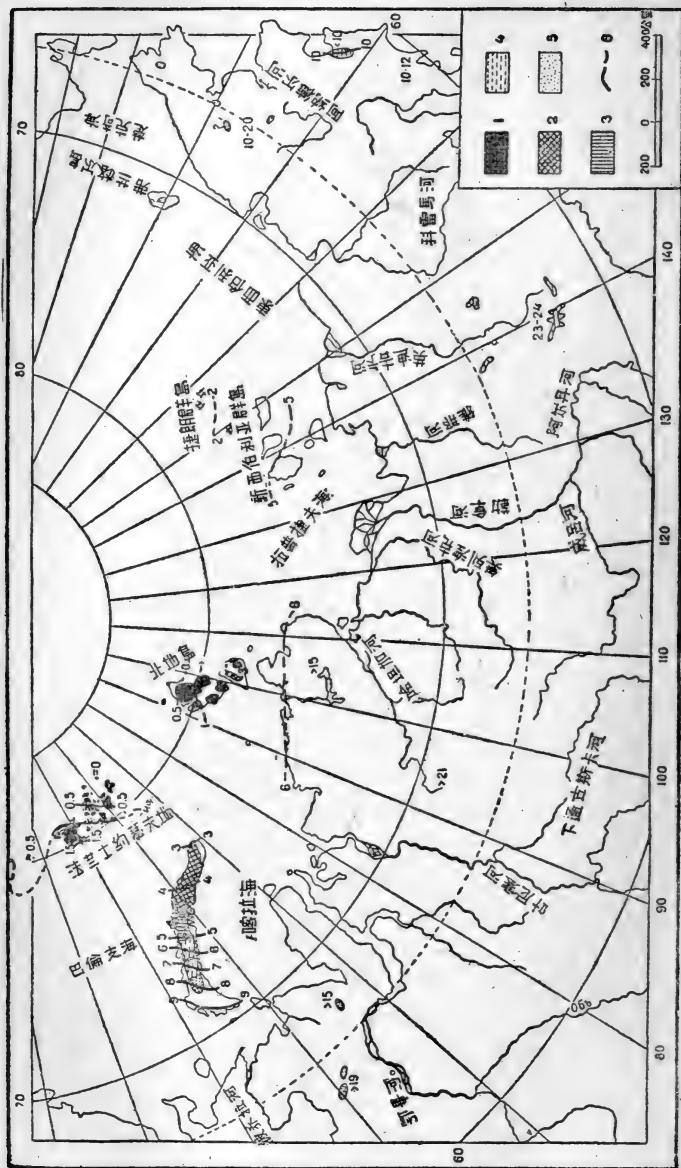


圖 37. 北極區的現代雪綫水準面 (据 n. a. 舒姆斯基)

1—残余的稳定的复盖冰川 (有粒雪区)；残余的不稳定的复盖冰川 (具有贫乏的粒雪区或无粒雪)；3—网状冰川；4—阿尔卑斯式冰川地区 (在气候上不通的)；5—冰河式冰川地区 (在气候上不通的)；6—雪线

很多地方都要提到它們。

我在这里不拟談第一个問題，即分析冰川因素在地貌上的積極的作用。不久以前，我曾为这个問題寫过一篇概論性文章，在这篇文章中，我曾經叙述了我的观点，認為冰川侵蝕因素在地貌上的作用不甚大。

把我个人这个观点扼要地講一下，可以只指出一点，这就是在現代由于冰川作用而發生的地形改造所起的作用是不大的。李赫捷尔用升起“黑白界”以上的山頂的破坏及冰冻風化作用來解釋阿尔卑斯均夷地段的那个时代已經过去了。目前在那些專門研究冰川学的学者中，已經沒有人再認為，寬广的山谷是由冰川“刨蝕”而成，——而过去这是赫斯所深信的說法。自然，我們也不能因此就認為那些極端相反的結論是正确的——那种結論是所謂瑞士冰川学派(海穆)在上一世紀所提出的，他們完全否定冰川侵蝕的作用。但是我們可以說，直接由于雪綫附近的冰川侵蝕作用而生成的。山岳地形总的“数量”变化是很小的。

對我們來說这个結論具有下列意义。

如果將現代雪綫和古雪綫加以比較，并且定出它們高度位置間的主要差異，那么这种差異决不会是由于雪蝕、冰冻風化作用、冰川刨蝕，一句話，决不会由于与雪綫水准面有关的一切作用使地形發生了重大变化而產生的。

不过，倘使地形在時間上并未为上述作用所改变，那么不等于說，古雪綫处的地方特点与地貌条件之間，或者更确切一些說，与山势条件之間沒有有什么关系。問題在于，雪圈的上升或下降会引起固体降水在那些具有另一种地形类型特点的新的山势条件下的堆積。譬如，在雪圈下降(雪綫低落)时，万年雪的堆積区可能占据那些过去位于積雪区以下和以外地区的古剝蝕水准面所在地。在这种情况下，万年雪的面積增加得非常厉害，而各个冰川的面積也相应地增長。寬广的積雪区使地区的气温格外低降，使雪綫低減。在任何另外一个地区，即使是在相鄰山区，当原始气候条件相似，但却处于另外一种地形条件下时，雪綫的降低和冰川作用面積增長的数量可能是極小的。

总而言之，由于地方的山势条件不同，冰川作用面積及雪綫本身位置的变化可能具有各种不同的地方指标。1939年时，我曾把地方的

山勢因素在冰川作用面積变化上的反映称为冰川作用的地貌因素，現在我想还是称它为冰川作用的山勢因素（орографический фактор）好一些，因为这样比較确切些。

为了說明上面这一点，現在我們來看看过去学者对于喜馬拉雅山最高峯之一——南加-帕尔巴特山群（8124公尺）——的古冰川作用面積極小的原因所發表的各种意見。瓦·彭克在1936年提到这种反常現象时，曾認為这是由于南加-帕尔巴特山群的年青的上升，这种上升使得古冰川作用遺跡位于現代雪圈的下面。以后不久，莫拉維茨也回到这个問題上來，并且企圖証明，南加-帕尔巴特山群的古老冰川作用是比較小的，因为山坡陡，它們的水平投影也不大，在雪綫降低时沒有任何能顯著擴充万年雪面積的条件。依照莫拉維茨的說法，我們可以說，古冰川作用面積狹小是因为南加-帕尔巴特山地形的能量巨大。

如果我們假定莫拉維茨的解釋是正确的，那么我們在山勢因素对于冰川面積变化的影响方面就有了一个很好的例子了。

依照我个人从前所說的意見（1939年），可以划分出三种决定冰川作用面積变化的主要因素：山勢因素（見上）、气候因素及構造运动因素。

在分析后两个冰川作用因素的作用以前，已經論述过了山勢因素的作用，現在來闡明我們所面臨的問題。

这就是：通过分析古老雪綫的弯曲來划分出上面剛說过的三种因素的影响，特別是要区别出構造运动因素对于古雪綫高度及弯曲特点的影响。如果把这种划分工作做好，就有可能区别出構造运动因素的作用，也就是說，确定古雪綫由于地壳升降运动而發生的变形形态与数值。这个方法对于研究与雪圈分布情况相一致的所有高山帶地形中的最新構造运动有重大的意义。因为在这种高山地帶中，是缺乏其他地貌表征的，例如河流階地——人們慣于用它來研究因地壳年青升降运动而發生的地球表面变形。

**雪綫与地壳升降运动** 为了向俄國学者表示敬意，必須指出，古雪綫位置的反常現象首先是他們指出來的，而这种現象是尽可以用地



壳运动來說明的。

1889年，K. И. 鮑格丹諾維奇在描述他在不久以前視察过的崑崙山的冰川作用時曾經指出：“過去冰川時期中的冰川發展情況和現在很少差異”（見原書第53頁）。關於崑崙山的古代冰川作用不大的情況也可以用中亞的氣候乾燥來說明。在中亞的條件下，古雪綫的低減率一般地說是不大的，因此，單指出這一點還不能推斷崑崙山古雪綫的正常位置的被破壞是由于年青構造運動。但以後不久，K. И. 鮑格丹諾維奇就在東帕米爾進行了同樣的觀察。

“在穆斯塔格-阿塔山群的東北坡，——他說——古冰碛的存在及山谷的形態明顯地指出這裡曾經有過冰川，並且，儘管地形條件是有利的，但是規模巨大的冰川並未曾低降到13000呎以下的地方。做為極好的冰川中心地穆斯塔格-阿塔，在今天所具有的意义是比過去更大的。至少我在穆斯塔格-阿塔西南坡，在從卡拉塔什山隘到塔加爾馬的地方，並沒有看到那些古冰川遺跡，而為了解釋這些古冰川遺跡就必須假定地區的一般氣候條件曾經發生過變化；相反的，與正在移動并下降之冰碛繼續相間的古冰碛的位置通常要比單純的老冰碛低得多——這應該用地方的原因來解釋……”（1899年，見原書第6頁）。

這裡所說的“地方原因”是什麼呢，K. И. 鮑格丹諾維奇並沒有指出來。不過他關於穆斯塔格-阿塔山群的雪綫高度的觀察可以大致地解釋這種情景。穆斯塔格-阿塔東北坡的雪綫比東南坡（4260—4550公尺，初夏時4860—5160公尺）稍微低一些。因此，東北坡的氣候比東南坡的氣候有利於冰川的發展。通常，在現代雪綫較低的地方，古老的雪綫也低減得比較厲害些（譬如在阿爾卑斯山）。所以我們可以預料在穆斯塔格-阿塔的東北坡能見到發展較大的古冰川的遺跡。而實際上，鮑格丹諾維奇卻看到了相反的情景：東北坡的古冰川遺跡比東南坡要少些。而且，在穆斯塔格-阿塔的東北坡，現代的冰碛甚至降落到古冰碛的下面。

古冰川遺跡的這種分布情況和那些可以用氣候條件解釋的現象恰好相反。這種分布情況也不能用穆斯塔格-阿塔東北坡的山勢條件來解釋，因為鮑格丹諾維奇已經指出這兒的山勢條件是“有利的”。只剩下一種推斷是可能的，即穆斯塔格-阿塔東北部曾經蒙受了年青的隆起，因此古冰川遺跡比起現代的冰川與雪來顯得是升高了。

馬哈契克對於天山西部的古冰川作用作了很多的研究，但只發現了一個冰川時期的遺跡。他曾經推斷，在第四紀時天山曾經上升，因此比較老的冰磧升得比年青的冰磧高了。它們為後來的冰川時期的遺跡，或者也可能為現代的冰磧所復蓋，因而難以研究。

我個人曾經觀察了外伊犁阿拉套的、降落到古老冰磧以下的現代冰磧。這樣的冰磧倒轉現象可以用一直繼續到現代的外伊犁阿拉套的年青隆起來解釋。在帕米尔的彼得第一山嶺，我不得不注意到下述的現象：在最後一次冰川期，沿着山嶺的南北兩坡伸展了兩條巨大的谷冰川——瓦希依冰川（約有60公里長）及穆克蘇依冰川（約有150公里長）。在這兩條冰川后退以後（但並不是它們剛剛退却以後），在彼得第一山嶺的山坡上就開始發展起側冰川。側冰川的冰磧堆疊於大的縱冰川的兩岸冰磧之上，但並不是直接地疊在兩岸冰磧上，而是中間隔着淤積砂（阿爾曾格河谷）及帶狀粘土（穆克蘇河谷）。彼得一世山側冰川的進襲被彼得一世山東段所局限。這一段地形具有異常明顯的高山特征，並且為逆掩斷層綫所界限（山脈東部的古生代地層逆掩到山脈西部的中生代地層上）。下述阿爾曾格及穆克蘇河谷的輪廓使得整個情景更加清楚：在上述山地的對面，山谷具有峽谷的特點（著名的穆克蘇河峽谷），在峽谷以上山谷便擴展，成為寬闊的礫石河漫灘（在帕希姆加爾村附近及阿爾騰-馬札爾村附近）。我認為，所有這些事實都說明了彼得一世山嶺東段發生了年青的隆起。由於這個隆起，萬年雪區就擴大到如此的程度，以至冰川有可能增長並且下降到離山坡還有一定距離的地方。山的隆起也引起了先成峽谷的切割，使阿爾曾格及穆克蘇河上游地段的迴水作用，形成了這些河谷的寬闊的河漫灘（圖38）。

現在談一下B. H. 奧格涅夫在包巴什-阿塔山結（費爾干納山）所做的有趣的觀察。古冰磧在包巴什-阿塔的南坡發展得比北坡多。B. H. 奧格涅夫說：“這種‘反常’現象可以很簡單地用下面的原因說明，這就是——高度的自然關係被較晚一些的山岳增長運動破壞了”（見原書第229頁）。

北烏拉爾的本質上與此相同的情景曾為Д. Г. 博奇及И. И. 克拉斯諾夫所指出。在維謝爾烏拉爾高地，“只見到最後一次冰川作用末期的

遺跡……这里在武木冰期末尾（或者在武木冰期以后）大概發生过100—200公尺高的隆起……。在最后一次气候变冷时期的隆起造成了有利于雛形冰川形态發展的条件”（見原書第67頁）。

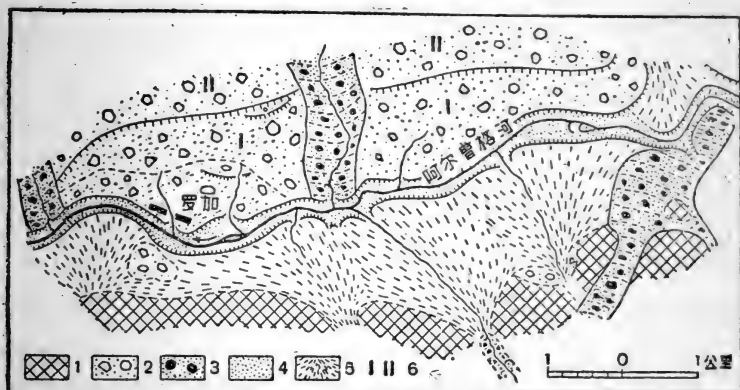


圖 38. 和彼得一世山嶺局部上升及其側冰川進襲有关的阿爾會格河（帕米尔西部）的年青冰碛

1—基岩；2—主冰川的冰碛；3—側冰川的冰碛；4—淤積物；5—冲積錐；6—冰碛階地

这里不可能談到古雪綫水准面变形的問題，因为雪圈下界沒有和那些位置較低的山接連。不过維謝尔烏拉爾的巨大冰川形态是由于下降的雪圈及上升的維謝尔烏拉爾的相遇运动而生成的。

在上面所有的例子中都可以断定出与山岳的年青隆起有关的現象。由于这种隆起，古雪綫（最后一次冰川作用的最盛时期）發生了变形，被抬升起來，有的地方甚至于抬升到現代雪綫之上。与古雪綫上升的同时，古冰川作用的遺跡也被抬升了。

我再用三个例子來补充上述的例子。这些例子是关于东亚、西欧及北美的。

在西藏东端有一个高达7600公尺的中國最高的山群——貢噶山。在这个山群的东坡，雪綫分布在5200—5400公尺的地方。因此，万年雪尚超越于雪綫高度以上2公里。令人注意的是古冰川作用遺跡不甚發展。古冰碛只下降到3800—4000公尺高处，而古冰川不过比現代冰川低200—500公尺。古冰川長度与現代冰川長度之比为1.1和1.6比1。

而在阿尔卑斯，这种比例經确定为12:1，甚至达30:1。更使人驚異的是，在貢噶山坡上冰水沉積甚为發展。当山坡比目前平緩时，它們曾被河流切割并沉積下來。还需要指出的是，中國西藏的地面也是处于年青的侵蝕割切階段的。最后，貢噶山的植物是很有趣的亞热带型及高山型的混合群落。所有这些事实可以說明，在冰川作用时期貢噶山要比現在低一些，以后就升高了。

彭克曾在很長时期內否認在阿尔卑斯山有曾和冰川作用現象同时發生的年青隆起的特征。不过在最近20年來，这样的隆起已經完全为世人所公認，而且瑞士的学者別克甚至用阿尔卑斯山的隆起來解釋群智冰期与民德冰期。

利克申涅克尔更清楚地闡明了这种見解。他注意到这种情况——古雪綫及現代的雪綫都上升到山的深处，相互平行着。这样的情况不能說是正常的。在古冰川时期，阿尔卑斯的雪和冰是極多的，它不可能不引起当时中部阿尔卑斯区的格外寒冷及与此相应的雪綫的格外低降。因为这个因素在現代并不起决定性的作用，所以古雪綫与現代的雪綫是應該互相平行的。上述的新、老雪綫相互平行的現象只有这种推断才能解釋，即古雪綫在冰川作用極盛时期以后曾經發生了穹狀隆起。

最近期間，学者也提到了北美山区的类似現象。沙尔普寫道，內華达州洪保德嶺东魯宾諾夫山上的古冰川具有一些特点，这些特点只有在推断曾有地壳运动的参与才能理解。这座山的高度大約在海面以上3500公尺（11400呎）。在山上，只發現相当于威斯康星期的两个冰川期的遺跡。較老的冰川期遺跡並沒有顯露出來。这种情况可以用連續的、一直繼續到今日的山地隆起來解釋。在第四紀初期，这些山要比現在低得多。因此在第四紀前半期，在东魯宾諾夫山中冰川还未能形成。冰川作用初期的冰磧为断層所分割，并且垂直地沿着断層綫兩側移动了50呎。

类似的、可以說明由于地壳升降运动及与之相关的运动所造成的古雪綫变形的例子正越來越多。毫无疑问，随着時間的進展，我們在將任何地区的新老雪綫位置加以比較并对气候因素与山誌因素的作用

加以修正之后，就能得到关于地壳年青运动的方向、幅度与形态的概念。

所以，雪綫是一个以特殊地形形成作用之結合为特点的地貌水准面。地貌学者如果确定了一定时期，例如最后一次冰川作用的最盛时期的这种水准面，就等于掌握了一种方法，这种方法能使他研究雪綫与地壳振盪运动間的相互作用，也就是内外力作用間的相互作用。

## 第十章 上部剝蝕水准面与山頂面

**阿·彭克的上部剝蝕水准面** 1889年，阿·彭克提出了关于上部剝蝕水准面的概念。这个綜合的概念是根据分布得很广而絕妙的現象——高山山頂水准面的恆久不变——而得出來的，而上述的現象是山岳研究者經常看到的。

阿·彭克在其所著的“地表形态学”一書中發表了他关于絕对上部剝蝕水准面的概念如下：山地的隆起越快，則山頂的破坏作用進行得也越快。因此，通过各山的最高点可以划出“圍繞整个地球的絕对上部剝蝕水准面，沒有任何一个山頂可以再上升到这个水准面以上”（見后附目錄1894年之第一种，第367頁）。上部剝蝕水准面的位置决定了各种因素：風化作用的強度、岩石的性質、隆起的速度。如果这些因素中的每一个在空間上的变化都是逐漸進行的，或者如果它們的数量总合最后为地球表面上不同地点山脉高度相当均匀的降低建立了前提，那就会發生奇妙的山頂高度恆久不变的現象，这种現象常使学者投以驚異的目光。我們可以依照 И.С. 舒金的資料，举出科学院山的近乎同一高度的許多山頂作例子（只有高达7495公尺的斯大林峰例外）。如莫洛托夫峯高6868公尺，伏罗希洛夫峯高6886公尺，奥尔忠尼啓則峯高6346公尺，加尔莫峯高6615公尺，共產主义学院峯高6452公尺，穆斯治日尔格峯高6316公尺，桑达尔高峯6160公尺。

整个帕米尔的地形是一个傾斜的凹形碗，構成碗底的是絕对高度变动范围較小（5000——6000公尺）的无雪的山頂。这个“碗”的邊緣

为万年雪帶象花边似地鑲飾出來，高达 7100—7750 公尺：科学院嶺（7495公尺）、外阿萊嶺（7127公尺）、薩雷-科尔嶺（穆斯塔格-阿塔7433公尺）、兴都庫什嶺（7750公尺）（見圖31）。

整个这块地方也恰好可以做为高度变化比較緩慢的例子。想象的、通过中部 帕米尔最高点的 面虽然在其邊緣 地方要比中部 升高2500公尺，但是上升得很均匀，所以形成了就象阿·彭克所理解那样的山頂面。

观察了帕米尔数不尽的山峯的景象以后，我們都对其外形的嶄嶄及風化遺跡的鮮明感到驚異。毫無疑問，各个山頂的破坏是以極大的強度進行着的，这种破坏強度使山頂高度难以進一步地增長。但是，它們是否已經达到絕對上部剝蝕水准面了呢？要知道，从另一方面來看，我在上面所提到的、中部帕米尔平緩碗底的邊緣，形成了更高的山嶺：科学院嶺、外阿萊嶺、穆斯塔格-阿塔嶺、昆古尔嶺及兴都庫什嶺。它們被粒雪緊緊地包裹着，顯然，在粒雪的下面，山頂的剝蝕是不会進行的，或者是進行得很慢。能不能是那些增進降水的有利的朝向促進了这种粒雪保護層的堆積，而这种粒雪保護層在山岳進一步的隆起过程中保存了山頂？或者是帕米尔 周圍的隆起進行得極其強烈，以致山的高度尽管在外力作用总和的破坏作用之下仍能增長？

無論如何，我們从帕米尔的例子可以看出，絕對上部剝蝕水准面無論如何不是一种水平的面。山頂面之“波形”变动幅度可能为几公里。

1894年，阿·彭克在估計了决定山岳高度的各种因素的作用以后得出結論說，在各种因素中，最主要的就是雪綫的高度及林界的高度。問題在于：这三种界綫在不同緯度上表現出的变化过程是非常一致的，彭克認為这些变化过程在成因方面是相互关联的。他曾經做出一張表（見后附文献目錄，卷二，第333頁），在這張表上，山岳、雪綫及森林上界高度变动的相似情况表現得極為明顯。

所有超过拔海 6000 公尺的山頂，——彭克寫道，——都集中在南、北緯 $45^{\circ}$ 的低緯度地帶。而在極地地区，就沒有拔海超过4000

①不过这个“規律”是有很多例外的。在南北兩半球的高緯度地帶都有“非常”高的山，譬如：阿拉斯加的金列依山——6180公尺，格陵蘭東部的瓦特金斯山——3955公尺，南極洲的埃列布斯火山——4023公尺。

公尺的山頂<sup>①</sup>。高度在8000公尺以上的最高山并不在赤道，而是在北半球的北緯32°与37°之間。南半球的最高点——阿康加瓜山也位于南緯32°。雪綫也是与此完全相同地自極地向亞熱帶上升，然后在赤道附近稍稍下降。森林界綫的經綫方向的剖面也表明了同样的变化过程。彭克根据这些曲綫的类似現象得出結論說，在林界以上，山岳的破坏作用馬上就比森林帶內山岳的破坏作用強烈得多；至于說到雪綫，則它形成了第二个垂直方面的界綫，在这个界綫附近山岳的破坏作用又复強烈。因此，山虽然可以增長到雪綫以上的高度，不过只能超过它有限的高度，而这个高度不会多于3公里。因为这种相互关系出现在年青的及積極上升的山脉中（地中海——亞洲中部帶，科迪勒拉——安第斯），所以就是在迅速上升最优越的条件下，外力作用也会給山的進一步增長以一个限度。因此，地球上最高山的山頂面才是真正的絕對上部剝蝕水准面，这就是阿·彭克的思想过程。

对阿·彭克观点的批判 恐怕我們現在还不能很認真地推断：山的現代高度取决于它們“成長”到一个絕對上限——絕對上部剝蝕水准面的情况。当彭克在提出这样观点的时期，人們几乎还没有估計到年青的構造作用的意义，而我們現在知道，年青的構造作用曾經造成了最高的山脉。这些运动的能力是如此巨大，以致使我們怀疑山嶺的向下减低是否能抵消这种运动。

除去上面所說的一般的理由以外，我們只要看一下世界分層設色圖也就是可以深信阿·彭克的假定是不可信的。我們只要考察一下科迪勒拉山及安第斯山的地形就可以对彭克的观念來一次主要的考驗，因为这两条山脉都穿过不同的緯度帶。在北美，北緯60°以北的山最高（北伊利山、金列依山）。該处的山比北緯35°与45°之間的山高2公里，这就和彭克的“規律”完全相反；在安第斯山，最高点实际上是位于熱帶地区。不过，朝向大陸的阿塔卡姆太平洋深凹地也通过这里。安第斯山的这一段遭受了最強烈的年青構造运动。能夠說明这一段安第斯山高度的是年青構造运动而不是上部剝蝕水准面的升高。

現在沒有一個人会有这样的想法，認為旧大陸上的最高点是位于北緯30°与40°之間的。因为在上述緯度里，上部剝蝕水准面上升得最



高。歐亞大陸山脈中的阿爾卑斯緯度地帶的位置是和地中海地槽的歷史以及新的隆起的強度相關聯的。在這裡，世界上最大的高陸塊形成了西藏，其西南兩方為喀喇崙崙與喜馬拉雅山所圍繞。喜馬拉雅山與喀喇崙崙山比西藏高，但是喜馬拉雅山與喀喇崙崙山的雪綫比西藏的雪綫低。大家知道，在西藏幾乎沒有木本植物，然而正是西藏是世界上最大的高山陸塊。簡言之，就是在世界上最寬廣的高山區，山岳高度、雪綫高度與木本植物分布情況間的相互關係和彭克所說的相反。

根據上述各點可以得出一個結論，就是：世界上的總的山勢情景與推想出來的絕對上部剝蝕基準的位置並沒有任何共同之點。那麼，一般說，這個概念到底是不是可能的呢？關於山的破壞速度隨着地方高度增加的程度而增大這個推斷是不是符合實際情況呢？我們可以提出很多的反對意見來駁斥這個推斷。首先，隨着高的增加，晝夜間的气溫變化減小了<sup>①</sup>，其次，最高的山都為粒雪冰所復蓋，毫無疑問，粒雪可保護高山免遭風化。在同樣的情況下，當一個個的高的山峯沒有雪的時候，它們也就沒有水，而水是風化（冰凍的）作用及物質沿山坡向下移動的最強的原動力。

因此，當彭克從1919年起以“山頂面”的概念來代替“上部剝蝕水準面”的概念時，我們對於這種情況並不感到驚異。

“山頂面”這個名詞是從德文“Gipfelfluhr”翻譯來的，有時在俄文文獻中被音譯成很難聽的名詞“гипфольфлур”。山頂面這個概念是阿·彭克於1919年提出來的。海穆在1927年時曾經很正確地指出：這個字彙在並不決定山頂面的形成方式時是適用的。

“山頂面”這個名詞和過去提出來的“上部剝蝕水準面”表示着同一個現象。不過，和後者不同的是“山頂面”並不是表示成因的概念。山頂面是怎樣形成的呢？——關於這個問題該名稱本身絲毫也未告訴我們。不過我們不能根據這一點就斷定：這個概念的作者阿·彭克未曾試圖解釋山頂面是怎樣形成的。這樣的嘗試早在阿·彭克的第一部著

①這個現象早在1889年就為沃耶依科夫所暗熟。譬如在阿爾卑斯山，威布利克（3106公尺）一年中晝夜間的溫差在 $2.1^{\circ}$ 以下，而蓋尼黑一年中的晝夜間的溫差達 $9.2^{\circ}$ （見Л. Г. 貝爾格的“氣候學”，第285頁）。

作(1919年)中就已經做過了,不過我們最好是把它看做脫離了一定的明確觀念及承認山頂面多样性的著作。

**山頂面** 阿·彭克的論點曾為Я. С. 愛傑爾什捷因用俄文很好地陳述出來。因此我才能用極簡要的形式來論述它們,並且只考慮到那些重要的說明山頂面問題的新論點。

阿·彭克論文的鋒芒是為了反對戴維斯的侵蝕循環學說的。整個說來,戴維斯可能主要是為了教學的目的,而常常重複地說,地形的發展經過一系列從青年期到老年期的階段。由於經常地指出這種可能的地形發展途徑以致使人感到:戴維斯認為地形發展的方向似乎是預先被規定好由起始的山地階段發展至准平原階段的。阿·彭克分析了阿爾卑斯的地形,企圖指明:阿爾卑斯山並沒有什麼預先被規定好的地形發展途徑;還有,阿爾卑斯山各個部分都具有自己的烙印在其外形上的發展歷史。

對於阿爾卑斯山說來,最大的特點就是它的高山的面貌,這是經過一定的發展道路、在上升速度和河流網割切速度的一定的均衡條件下生成的。如果這樣的均勢曾經確立的話,那麼做為上升結果的山脈高度的增長就會由於河流網的割切及相對兩山坡的自主流相背後退而被完全破壞(山坡不可能超過某一極限坡度)。由於上升、河流割切及山坡后退等作用的這種結合,山的高度就會保持絕對的不變或相對的不變,不過這只能在上述條件結合恆久不變的情況下才能保持,也就是說,上升的速度,河流割切的強度以及河流中間的距離(它決定着山嶺的寬度,因而也就決定着在該高度條件下的山坡坡度)等條件的結合必須恆久不變。所以分水嶺尖頂的面是一種為該分水嶺綫所局限的地方現象,因為在寬廣度或大或小的地方,這些條件中的每一個別條件(譬如,主流間的距離)是會變化的,這樣,合成起來的作用間的均勢也就破壞了。

如果阿爾卑斯高山的山嶺高度終於能保存着恆久不變的話,那麼這種現象只能說是由於另外某一種補充因素的影響。這種因素就是——山嶺的風化作用隨着其上升程度而加強。山“自上往下地”低減,漸近於某一界綫,這個界綫就正是上部剝蝕面。阿·彭克繼續堅持着

这个观念，

誠然，他也描述了另外兩種可能性的發展途徑。其中有一个是：当上升的幅度与速度不象上面才說过的情况那么大的时候，山只能“达于”中山的外形。在上升程度最小的情况下，地形就会繼續不变地保存着平原的特征。在第二及第三兩種情況下，高度变化的幅度虽然比第一种情况小些，但仍旧是各不相同的，并且高度方面的水准面是沒有的。这种水准面和在高山地形發展中的情况一样，是在具备同一种补充条件的时候產生的，这就是主流間距离的恆久不变。

我們可以看到：阿·彭克在这篇文章里把問題复雜化了。高度的恆久不变是各种不同类型的地形，如：类平原、中山、高山都可能有的；在每一种类型範圍之內，高度的恆久不变是在具有同样的河流網密度的条件下自下而上形成的；在高山地形的情况下，山地高度的平均化是“自上而下地”進行着的。

实际上，关于上部剝蝕水准面的普遍意义这个概念已經被这个概念的原作者所破坏了。

但是，这个概念曾顯得很有生命力，甚至有人在不久之后就想來作阿尔卑斯山頂面的制圖工作。这种圖的例子在1921年發表出來，作者就是列維；他用等位綫把別尔宁和安科格尔兩山塊間的东阿尔卑斯山西部山頂面画了出來。这幅圖的比例尺是1:750000。等高綫距为100公尺。作者用等高綫把上述地区中的最高点联結在一起。因此，这幅圖已只不过成了等高綫圖的綜合而已（圖39）。

不过，由于地形中的細節被作者故意地省略掉，地形的主要外形就因而能在圖上比較明顯地現了出來。列維把山頂面概念与大褶皺頂部及其縱軸的頂端联系了起來。

当然，列維的圖並沒有表現出比等高綫圖更新的意义來。他的圖只不过是將地形的真實情景簡化，以便做出关于山頂面觀念的圖解，因而絲毫不能論証这个概念。

另外一个試圖說明山頂面問題的是阿尔別尔特·海穆。海穆在阿·彭克以后不久就談到了关于山頂面的問題。他曾以一部專著來論述這個問題，这部專著在1927年被分成几本小冊子出版。

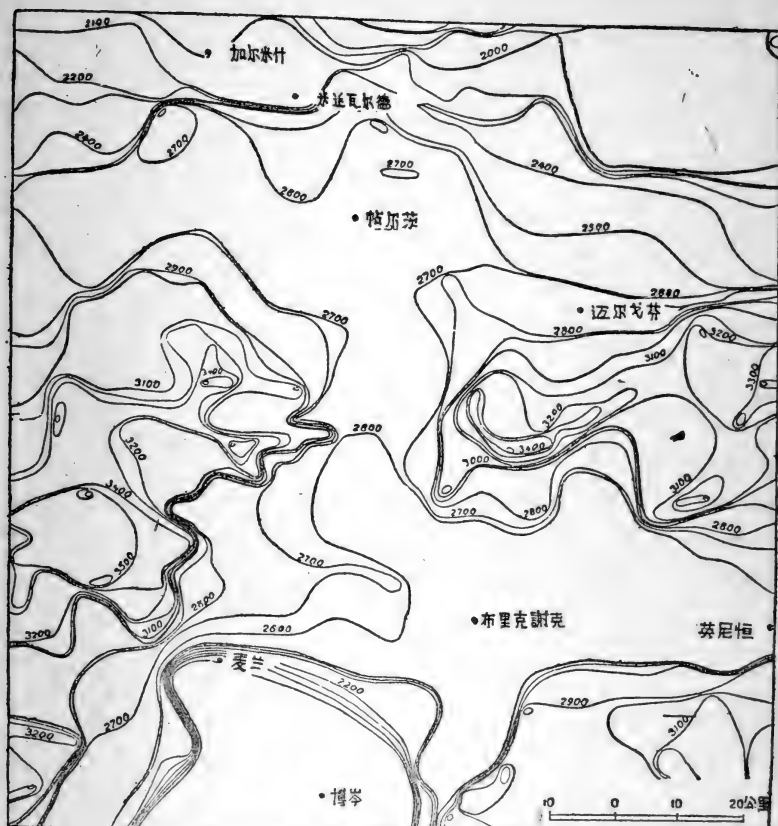


圖 39. 用等位綫描繪阿尔卑斯山頂面的嘗試 (据列維)

他也同样地对阿尔卑斯整个地区或其延展地带山顶水准面的恆久不变而感到驚異。

“所有我的讀者都曾从阿尔卑斯的最高点 观察过阿尔卑斯，这座山的美丽圖景在他們的心目中留下了深刻的印象。他們曾提到位于他們面前的“山頂之海”。在他們看來，这样的比較是最近似的，因为在任何情況下，在相鄰的地区中，山頂在高度上总是表現了出奇的恆久不变，就好像海中的波浪一样。而所有山地的面積和單个的山比較起來顯得如此之大，差不多和海与海浪的比較一样（第3頁）。

在广大地区里，阿尔卑斯最高点的标高变动于300——400公尺之間，其变动幅度总不超过1000公尺。

在試圖解釋形成波狀山頂面的高度之恆久不变現象时，首先就需

要將山頂面和阿尔卑斯的地質構造對比一下。這樣的對比指出：山頂面割切了地質構造。如果我們在圖上畫出懸空的褶皺綫，把地質構造重構起來，就可以發現地質面和地形面中間的極大的差異。在地質構造升起較高的地方，例如，在褶皺軸頂端地區，割切深度尤其大。在這裡，地形面和地質面的不一致達十多公里，有時達40——50公里。因此，阿尔卑斯的高度只不過是它們的地質構造所“提示”的高度的 $\frac{1}{2}$ —— $\frac{1}{3}$ 。不過我們不能因此就得出結論說：阿尔卑斯過去曾真的達到過40——50公里這樣推想的高度。有兩種作用限制了阿尔卑斯的高度。這兩種作用照海穆所想象的是：（1）整個山地的均衡下降；（2）“自上而下”把地形削減到山頂水準面的剝蝕作用。

自然應該想到這個問題——為什麼山頂就會降低到某一比較固定的水準面？海穆認為：歸根到底，這個原因就是侵蝕作用和剝蝕作用的主基準——洋水準面——的水平性。自然，侵蝕作用和剝蝕作用在侵入到山地深處時，曾經受到各種不同的地方因素的影響。譬如，阿尔卑斯的南坡就比北坡陡些，這反映着原始大地構造地形的不平，這種原始大地構造地形就在南北坡的侵蝕作用中加上了不同的烙印。地方侵蝕基準就是阿尔卑斯的湖水準面。剝蝕作用則決定於岩性等等。不過，最後凌駕於所有地方因素之上的還有一個总的因素，這就是剝蝕作用與洋水準面的關聯。因此，山頂面的平坦性乃是世界海洋面水平性的反映。海穆說：“海控制着山頂面”。這樣，海穆就回轉到了為彭克所反對，而為戴維斯所一再堅持的戴維斯的觀點上。

阿·彭克在1924年曾經指出，山頂面是阿尔卑斯外形中的主要特點之一（他的文章題目是“阿尔卑斯的外形”）。他第一個將山頂面與石化的海面相比擬。“正如海浪總不會比平均海水準面高出很多一樣，相鄰的山頂也具有近乎相同的高度。我們可以通過各個山頂得出一個理想的平面。這就是山頂面……初看起來它似乎是平坦的，但實際上，它的高度在山地範圍內是有變化的，就和山頂高度在山地範圍內的變化一樣”。

彭克在這一篇文章中並沒有解釋山頂面的成因。他所注意的只是山頂面的變形。彭克認為：山頂面的上升與下降直接反映了地殼垂直

运动的幅度。他指出：凡是在山頂面特別高的地方，切入到其中去的山谷的谷坡最陡。因此，山谷的切割進行得很強烈，而这种切割是決定于山的上升作用的。同样地，凡是山頂面較低的地方，山頂面被切割得也較少，阿尔卑斯山頂面之呈波形是地壳年青隆起的痕跡。而山頂面的弯曲也就是大褶皺——年青構造运动的主要形态，同时也是阿尔卑斯現代地形的基礎。

**結論** 彭克所清楚地提出來的关于上部剝蝕水准面的原理，就象我們所看到的，是与地面高度的实际分布情况，雪綫及森林上界的降低相矛盾的。又產生了“山頂面”的觀念，学者們力圖通过更复雜的途徑來解釋这种山頂面。顯然，任何地区的高度均等現象是在不同的上升高度与速度这种条件下、但只在个別の場合——即在它达到上部剝蝕水准面时，才可能發生。因此，学者的注意力又轉向于做为地形夷平因素的河流侵蝕作用。他們忽然回复到老的想法，就是准平原化作用——“自下而上的均夷作用”和“自上而下的均夷作用”一样，形成了山頂面的波狀弯曲。这种想法在阿·彭克于1920年以前發表的文章中表現得很明顯，在海穆的著作中，这种想法表現得更为顯著。

实际說來，清楚的、但不真实的絕對上部剝蝕水准面的概念只不过是被不清楚的关于山頂面的概念所代替了。这个概念的不明确性表现在成因方面。現在我們已經了解，要想說明我們已經看到的現象，不应只研究一种因素，而是要研究許多种因素，也就是應該研究各种因素的一定的結合，因为这种結合促成了比較簡單的山頂面的形成。不过，毫无疑問，在我們意識到山頂面的复雜性以后，当研究个別的具体地区时，就会越發感到它的难以解釋。在三、四十年以前，在只想到山頂面的一种形成途徑时，关于山頂面的解釋是很簡單的，而現在的解釋却是如此的困难。山頂面的成因既然很多，那么我們就應該把所有这此成因的具体意义加以衡量与研究。不过在实际上，山頂面現象的研究几乎是沒有進行的。实言之，攀援各山的最高峯來作这种系統的觀察是很困难的。

在山岳研究者的心目中，对于山頂面的“感觉”并不是已經化为烏有了。不过学者对于这个現象的理解已远較几十年前發展了。

現在我們再來想象一下我在本章開始時所提到的東帕米爾地形情景：形成東帕米爾“碗”底的無數山嶺的高度近乎均等；它的邊緣升起得很高；穆茲科爾嶺聳立在東帕米爾的中部，破壞了東帕米爾諸山在高度上的一致。

東帕米爾中部諸山有同樣的高度可以用地形的均勻切割來說明。但是我們怎樣來解釋穆茲科爾這座高山及高聳的帕米爾的邊緣山帶呢？是否可以用帕米爾邊緣的年青隆起的幅度比中部地區大來解釋呢？從邏輯上來說，這個概念好象不太正確，但這已為年青構造運動的實際研究材料所直接証實。或者說，是不是位於帕米爾邊緣山嶺的大量粒雪保護了它們，使它們免于遭受風化作用的破壞了呢？這樣的假定也是說得過去的。不過，這一個假定並沒有關於在粒雪下面進行的風化作用的具體知識為根據。

總之，按我們現有的知識水平來說，我們可以承認山頂面的真實的並且是實際存在的現象。不過，這個概念的內容只是在山勢方面被我們了解了，在成因方面我們還不清楚。因此我們目前還不可能用觀察山頂面的方法來研究地殼的升降。

我們只能夠提出一個一般的見解，就是山頂面地形的令人驚異的單純性不可能不是同一地段中地殼年青運動幅度恆久不變的反映。

因此，山頂面的成因在目前還是一個懸而未決的問題，因此，是留待我們解決的現代地貌學中的基本問題之一。

我們已經依據與各主要外力作用相適應的地貌水淮面上部剝蝕水淮面——海蝕—堆積水淮面、雪綫剝蝕水淮面、上部剝蝕水淮面——研究了各主要外力作用的活動情形。對於我們的研究目的來說，重要的是上述地貌面的一個特性，即它們極力想要和朝向地心方向的作用力處於一種正常的關係——海蝕剝蝕水淮面極力想要自下而上地接近於地球體的面（也就是垂直於重力方向的面）；剝蝕面極力想要自上而下地接近於同一個面；雪綫水淮面和上部剝蝕水淮面的位置決定於重力的作用（風化作用與冰川作用產物的移動，上升氣流的移動）及太陽



的朝向地面的及自地面反射回去的光能。

地貌水准面地形的研究可以使我們确定它們在地壳垂直升降运动后發生的变形。

这样，我們就得到了一个普遍的方法，用以研究那些由于部分外力作用与部分內力作用的相互作用而生成的主要地貌作用。

我們的下一个任务就是闡明本書前三篇中所說的概念，在地形發展史中受到了什么样的变化。

---

## 第四篇 地形的發展

### 第十一章 地形的年齡

我們在本書最前面做了一些緒論以後，曾把所有的注意力都放在解釋局部地貌過程中的內外力相互作用的規律性上。

因為地形是由于地球硬殼的物質移動而形成的，所以地貌學者的基本任務就是研究這種移動情況。不過地質學者和地貌學者在估計地殼物質運動的作用時，他們的标准可能不同，分歧的重要原因在於：不是所有地球硬殼的物質移動都表現在地球表面上、並獲得地貌的表現的。物質的垂直移動，或者更準確一些說，具有垂直組成的地球硬殼的物質移動，就具有這些特點。

因此，譬如說，在大陸水平運動的假說中，和物質垂直運動有關的兩種作用獲得了直接的地貌表現，這兩種作用是：矽鋁物質在矽鎂殼上的漂浮作用及褶皺山在運動着的大陸前的堆疊作用。這個見解是很重要的，因為在內力地貌過程部分中，現代的大地構造學認為垂直（升降）運動有極大的意義。後者已在本書第三篇根據地貌學的观点討論過。它們和外力地貌過程的相互關係形成了地貌水準面。

地球上地形的發展、它的研究方法及地形發展的最主要的一般規律——這就是本書第四篇的內容。

#### 1. 地形年齡是什麼？

美國地理學派所理解的地形年齡 在本章開始時，必須把標題上提出的問題解釋清楚。問題在於：圍繞着這個問題，學者曾經提出了不同的观点，有一部分是名稱上的，有一部分是關於問題本質的。這個問題是由于學者對於戴維斯提出的觀念所展開的爭論而引起的。他在自己的早期作品中，曾經使用過年齡（地形的）這個名詞，這個名

詞被他理解為地形發展中的階段性。依照戴維斯的命名法，“幼年”、“壯年”、“老年”這幾個名詞用來形容地形時，就表示地形的年齡。不過戴維斯在把這些名詞引用到地理學的日常生活中去時，只追求一個目的——指出某一具體地形演化階段處於地形演化的“正常”週期內始期或末期中的地位。在這些字義中，並沒有斷定地形演化階段與地質年齡的關係的企圖，而這是可能的，並且是必須的。這樣，對於地形年齡問題就同時發生了兩種不同的理解，即常被不完全恰當地稱為這個問題的地貌學的理解及地質學的理解。應當比較詳盡地說明戴維斯對於這個問題的觀念。戴維斯在其關於地理循環（1899）的著名論文中，曾表達出下述思想：

“隨着時間的進展，——戴維斯說，由於風化（*деструктивные*）作用而引起的變化（指地形——馬爾科夫）規模也在增長，不過無論在什麼時候，這些變化的規模與速度都不是時間的簡單函數。變化（指地形——馬爾科夫）的規模局限於：首先是，一個地方超越於海面上的高度……。正常侵蝕作用影響下的變化速度……最初是比較小的，以後就增加到一定的最大限度，最後，減低至某種最小的限度。堅硬陸塊的全部剝蝕顯然要比柔軟岩石面的剝蝕需要較多的時間，但是我們目前還無法估計它的年數或世紀……，我們在目前可以提出的較好的辦法就是對於這些不好斷定的部分給以整個的判斷，在這方面，沒有比“地理循環”這個名詞再好的了。如果能夠斷定地理劃分與地質劃分之間的關係，就會象很多地貌學者所指出的那樣，對於白堊紀與第三紀的循環時期的相關方程得出近似的解決”（見第483頁）。

在上面的引文中，包含着以下的思想：在一定的時期中（地質年代），地貌過程可以發生各種不同的地貌結果。因而，規定出自己的、關於地形年齡的地貌名稱來是很適當的。

在上述文章中，戴維斯使用了地形年齡這個名詞。

大家都知道，從1919年起，地理循環的觀念開始受到各方面的（主要是德國地理學者的）批評。由於沒有看到當時美國地貌學的主要方向——它的進步方向，這些批評很多在方法論上都有缺點（如帕薩爾格、赫特納）。譬如，反對為所有美國學派的著作所沾染的“演繹法”的意見就是這樣的。但也有一些針對本質的批評。這些異議中，主要的在於：構成他的規律的循環階段（幼年——壯年——老

年)的更替不僅与地形演化階段的真實順序不相符,並且在邏輯上也是非常有条件性的。

戴維斯所說的地形的幼年階段是指由于陸地表面突然隆起而生的循環的开始階段。地理循環的觀念並沒有反映出地形在其隆起過程中的發展情況。因此,實際說來,戴維斯只想到了一個主要的階段順序——地形的下降的發展,即自山至准平原的發展。

然而,如果我們不放过前半部過程而來研究陸地地段隆起時的地形發展,就可以得到完全不同的另一種地形發展順序——开始由准平原到山,也就是說,地形的上升的發展。

因此,地形的“幼年”、“壯年”、“老年”等名詞純粹是任意的。它們既不屬於地質年齡,也不符合地貌“循環”的邏輯原理,因為它只包括地貌循環的後半部。

現在我們談談戴維斯本人論述的要點。在形成一個整個循環的上升發展過程及以後的下降發展過程中,地形曾經有兩次具有准平原的外形,有兩次具有割切程度為中等的山地地形,有一次為高山地形。因此,戴維斯的命名法會使人在斷定一個地形應屬於那個發展階段時常會發生謬誤。循環之間的“幼年”地形比循環开始的“壯年”地形或“老年”地形發生要晚。

所以,戴維斯所提出來的階段的觀念並沒有真實的內容。譬如,天山的幼年地形要比內陸剝蝕高原的“老年”地形晚一些形成。幼年階段跟在老年階段的後面——這個結論是荒謬的,而這就是從採用戴維斯演化系列的概念中得出來的。而且,這個系列的某一個單元是在什麼時候形成的,也完全不知道。我們對於戴維斯地理循環觀念的結論可以有很多正確的責難。

戴維斯對於來自海外的批評很機警地起了反應,並且曾以篇幅巨大的辯論性文章(在1923, 1924, 1932年)來答復這些批評。現在我來談一談其中的一篇,即“地表的解釋性描述”第二版(1924年)的緒論。

在這篇緒論中,戴維斯談到了名稱,也談到了問題的本質。他說:“幼年的”、“壯年的”、“老年的”(地形)等名詞只着重於地形階

段距离循环开始时的程度。它們可以比較妥当地用“早期的”、“中期的”及“晚期的”地形演化階段等名詞來代替。不过問題就在于：对于戴維斯說來，地形的外形是断定地形演化階段的标准。很难想象，这种命名可以和戴維斯所提出來的年令的地質涵义相混淆。当人們提到“年青的櫟樹”及“年老的蘑菇”的时候，沒有一個人會想到：櫟樹的絕對生活期比蘑菇短。这些名詞只是表示：櫟樹处于自己發展階段的初期，而蘑菇已將近于其生活道路中的末期（見第13頁）。

不过就是这样的長篇大論也是无济于事的。因为第一：地貌概念与地質概念之間沒有任何关联这一点已經是一个顯著的缺点；第二，用來表示地形演化的、以地形外形为根据的“幼年”、“老年”等名詞一点也不能断定一个具体类型的地形在演化系列中的地位，它离發展道路起点的距离。

戴維斯引用很多他本人的結論來辯解，說形态的發展可以沿着不同的道路前進，而不只是一个預定的道路——自“幼年的”地形到“老年的”地形。

不过所有的不幸就在于：类似的附加条件提出的太少了，过于畏縮了，也过于肯定地強調了地形發展的法規（它構成地理循环学說的内容）。

**地形的絕對年齡** 我們應該承認，象戴維斯所理解的那样的地形年令的观念並沒有提出关于地形發展的方向。因此，它甚至于不能解決那些矛盾的問題，而这个观念本來是为了解决這些問題而發展起來的。所以，我們必須走另外一条路。这条路就是：我們不僅要象戴維斯那样去确定地形的面貌，并且还要确定出它的絕對的（地質的）年令。當我們依次地确定了某一个地区的地形年齡，并且了解了地形的面貌怎样依照年齡而变化的时候，我們就会獲得关于地形演化的概念。

因此，为了研究地形的演化，必須断定它的年齡。地形年齡是关于它形成的絕對時間的概念。

## 2. 定形地形

“地形年令”这个名詞本身就包含着內在的矛盾。矛盾在于：这个名詞是用來說明現代地貌的。當我們說到地形年齡的时候，研究者

所指的是古代地形，即他所見到的古代地形的一種類似物，而不是一種相同之物。當我們研究山岳的古代剝蝕面，並且看到從這個剝蝕面冲刷下來并堆積在山腳的疏松堆積物的時候，就會真實地感到“地形年令”這個名詞用在現代地形上是有條件的。

阿·彭克曾經竭力強調地方性侵蝕基準保留了古代的地形，不過他也不得不承認：古代地形在自己的發展過程中並不是呆立不動的。它會繼續地變化，並且，山前梯地也會向上移動，移動到隆起的山穹中央。

例如有一個天山均夷面，它到處都覆蓋着細粒的沖積物，并被很多具有平原水流特點的河流所切割。但這不是被保留下來的、上升到很大高度的古代地形地段，而是繼續發展着的地形，不過這是遵循着原來的——平原的公式而發展的地形。這個情況可以看做是比較完全地保存着類似古代地形面貌的一個例子。不過就是在这里，剝蝕作用也曾經從均夷面上剝去厚度比較大的岩層。剝蝕作用相應地削低了山岳表面的地形。

因此，在斷定現存形態的地形年齡時，我們在大多數場合下只是利用我們力圖斷定其年齡的那些古代地形的比較精確的類似性。因為這個原故迥然未變地保存着古代形態面貌的地段（甚至面積有限的地段）就具有很重要的意義。

我把這樣的地段稱為定形地形的地段。

定形于風化壳之下的地形 我們可以注意一下定形于風化壳之下的地形。如果風化壳逐漸過度到母岩，而且風化壳的厚度不大；那麼我們就可以推斷：這種風化壳的地面確實是從風化壳生成之時起仍保存了不變的外形。

因此，地貌學者應當密切注意定形于風化壳之下的地形地段，並且應該把它們畫在地貌圖上。

風化壳中時常含有地面植被的遺體，這些植物遺體使我們不僅可以斷定風化壳本身的年令，並且也可以斷定風化壳下定形地形的年齡。因此觀察風化壳就顯得更加重要。

由此可見，我們再回到我們在歷史部分曾經順便提到過的那些間

題，就可看出土壤法在地貌學中的意義。

現在我們舉一個可以供地貌學者參考的研究定形地形地段的一個例子。

A. B. 哈巴科夫曾經在大比例尺地圖上描述過、並且指出過哈爾洛夫地區，也就是奧爾斯克西北方的南外烏拉爾古代風化殼的產狀特點。

風化殼位於均夷面上，在夷平面的不甚低的地方。因為風化殼的年齡依照A. B. 哈巴科夫的推斷是侏羅紀的，所以自然會提出這樣一個問題，就是：風化殼的下墊面是否就是被侏羅紀風化殼定形下來的侏羅紀以前的准平原化地面呢？

A. B. 哈巴科夫作的正是這樣一個結論，他作了如下的報導，這對我們說來是很重要的。

南烏拉爾這一段的地形是相當平坦的，在分水嶺的地方高度達500—600公尺，至低地中下降到380—400公尺以下。這個波狀的地表面切削了曾經強烈變動過的古生代底層岩石，並復蓋了陸相侏羅紀地層。侏羅紀的陸相堆積物在高處較薄（5—10公尺），在低處厚度達180公尺。侏羅紀地層是各種各樣的陸相堆積物（砂、礫石）及紅土型風化殼。

斷定地形條件與風化殼特性之間的關係是很重要的。在低地中厚度較大的風化殼的局部化現象是足以使人感到驚異的。風化殼的岩性特點極為多種多樣（雜色的赭石、紅土質的粘土）。在這個風化殼中也有鐵鎳等礦床，對於這個風化殼及其與地貌條件相互關係的研究是非常仔細的。

現代的地形重復着定形於風化殼之下的古代地形輪廓。

“前侏羅紀地形中的主要高地與凹地被保存下來，成為現代地形的地勢單元。它們的外形極少變化，——A. B. 哈巴科夫概括地說。——在侏羅紀時曾是巨大的冲刷軸與碎屑物質主要源泉的烏拉爾套與伊倫代克，在現代地形中仍和以往一樣。只是它們的外形變得非常削平，但仍超越於其他地域之上，成為河網的主要分水嶺。前侏羅紀地形中的大凹地，曾是大陸的侏羅系物質的主要堆積地，由於侏羅紀地層的鬆散性與易冲刷性，這個大凹地現在成為某些寬闊河谷的河床”（見原書第188頁）（圖40）。



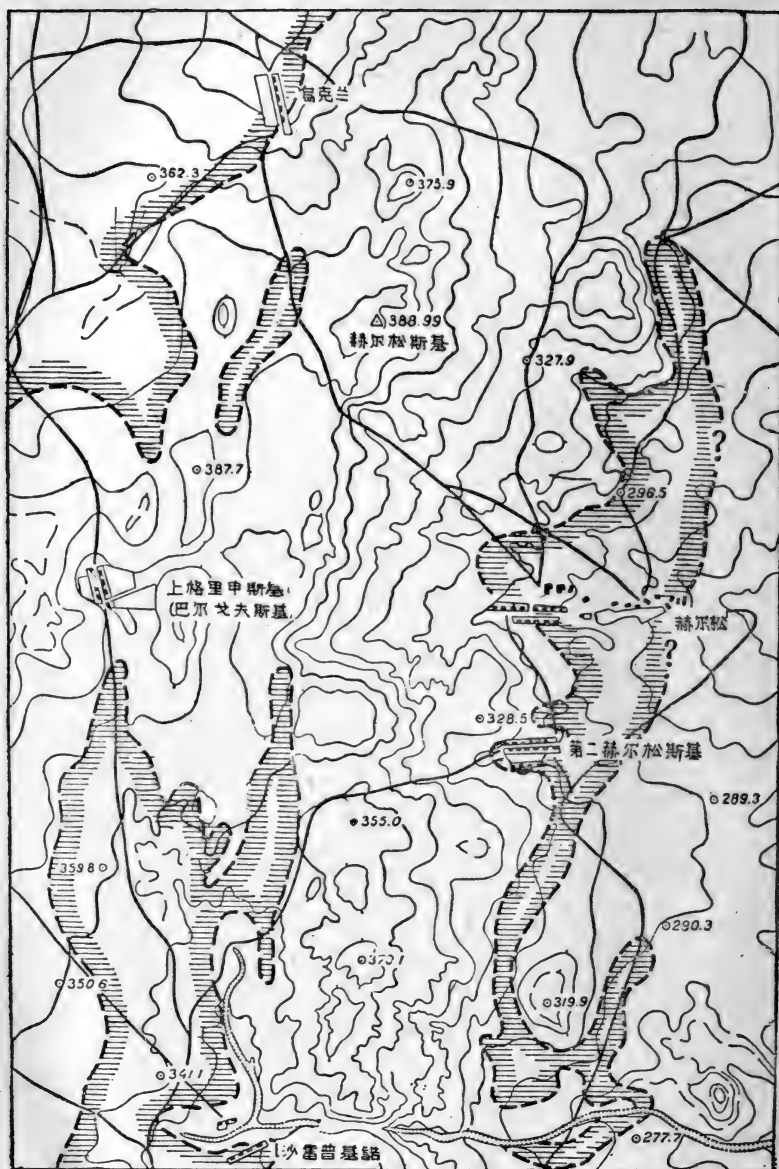


圖 40. 定形于中生代風化壳之下而被現代地形所承襲的南烏拉尔侏羅紀以前的窪地 (据A·B·哈巴科夫)

这样的地形我們称之为承襲地形，承襲的形态甚至可以表現在“小的及最小的”地形形态中，譬如就象哈巴科夫所寫的，可以表現在冲溝地形地段中。后来發生的过程，尤其是構造作用，只使地形形态受到比較小的变化，因而不会攪乱这个非常清楚的相互关系。这个情况在圖41上表現得很清楚，圖41可以做为承襲地形發展的例証。由于亞丁斯克-烏菲姆斯克时期，山区發生了構造运动，改造了南烏拉尔。以后南烏拉尔主要是受到了准平原化作用。因此，烏拉尔所有二叠紀以后的地貌歷史都是地形的改造，地形的主要輪廓在二叠紀以后本質上没有什么变化。

應該指出，研究古代風化壳是具有極大的实际意义的。特別重要的是，紅土（латерит）風化壳常是鉄、錳、鎳、鋁（鋁土礦）等礦床的源地。譬如曾为A.B.哈巴科夫所描述的地区，在風化壳的褐鉄礦基地上建立了哈利洛夫联合企業。

土壤法在現代地貌学中的意义 如上所述，形成風化壳的古代成土过程定形了个别的地形地段，后者在我們的面前就呈現为未被剝蝕作用所改变的形态。因此，盧普列赫特与道庫恰耶夫所奠定的綜合土壤法与地貌法的原理在現代地貌学中是極為重要的。

在道庫恰耶夫以后，土壤研究法与地貌研究法互相結合的必要性曾經特別清楚地被C.C.涅烏斯特魯耶夫与B.B.波雷諾夫指出过。C.C.涅烏斯特魯耶夫發展了关于土被与地形同时演化的見解，他認為地形演化的每一个階段都和土壤的一定的結合体相适应。B.B.波雷諾夫指出：土壤（風化壳）的类型决定于后者的絕對年齡。

C.C.涅烏斯特魯耶夫曾經在1922年描述过关于西西伯利亞的土壤發育情况，他說：“从侵蝕循环或地形演化規律的存在出發，我們可以提出关于作为成土因素的地方年齡問題，以及关于土壤年齡与地理循环階段的关系問題”（見原書第2頁）。

与烏拉尔地貌發展有关的風化壳的最新研究証實了烏拉尔地形的准平原化与風化壳形成之間的密切关系，以及主要是与后者的中生代年齡的密切关系。不言而喻，这些研究提供了很多新的材料，尤其是断定烏拉尔地形形成主要階段的材料（依照Л. Д. 邵雷金的說

法——基米里期)以及被后来構造运动所改造的材料。

然而对于我們說來，最主要的結論是：烏拉爾中生代風化壳記載着目前仍繼續保留在不同地点的烏拉爾准平原地形的日期。在E. H. 舒金的著作中我們可以看到：

形成風化殼的主要物質是中生代時在中烏拉爾形成的。那時候，中烏拉爾的地形是一個位於夷平了的山地之上的自烏拉爾山向東傾斜的平緩平原……。中烏拉爾最晚（中生代的及新生代的）隆起的最新幅度並不能完全消除它的古代（中生代的）平原地形……。中生代地形中的高地與槽形地規定了中烏拉爾中部地區及西部地區地形的主要地勢單元，它們構成了中烏拉爾中生代及新生代時南北向河谷地段廣闊發展的先決條件。在漫長的風化殼形成作用以後，在平原地形的條件下，由於中烏拉爾總穹狀隆起時的不均衡造陸運動，自下白堊紀時起，整個平原開始分成一個個的獨特的地貌區，這些地貌區在新生代時繼續發展”（1946，見原書879—881頁）。

戴維斯也曾指出過土壤類型與地形年齡的上述關係，不過他所想象的是非常簡陋的。戴維斯曾經指出：在每一個循環階段中，不同機械成分的沖積物與一定的地形相適應。幼年的地形是粗粒的沖積物，在地形發展的壯年階段是機械成分較細的沖積物。我們可以看到：在瓦·彭克的著作中，也提到過只以機械成分的變化為依據的關於地形與沖積物之間關係的觀念。

成土作用也隨着地形發展而發展。C. C. 涅烏斯特魯耶夫曾經在他的著作中寫道：幼年期的平原，具有最為複雜的土被。幼年平原的土壤多樣性反映着小地形的多樣性及沖積物的多樣性。譬如西西伯利亞，里海附近地區等幼年期平原的土壤就具有這樣的景象。

在西西伯利亞低地，“我們看見極為五光十色的土壤復域：沼澤土、半沼澤土、礫土、鹽土、灰化土及黑鈣土”，——這是一點。從另一方面來說，這些土壤很快地變化着。“我們到處都可以看見土壤生成物的不穩定性……，因而存在着多種多樣的過渡性生成物。黑鈣土具有獨特的特點，它的一些亞種產出來（譬如，所謂厚層黑鈣土）……土壤結合體的一般情況可以說是“幼年的”，和它的穩定的“壯年”形態相反。只是在侵蝕作用調整了地形以後，土被才能變得比較一致和比較穩定；地方性的地貌特點消失了，它就和氣候條件更協調”。

據涅烏斯特魯耶夫說，這樣的情景在鄂畢河附近地區可以看到。

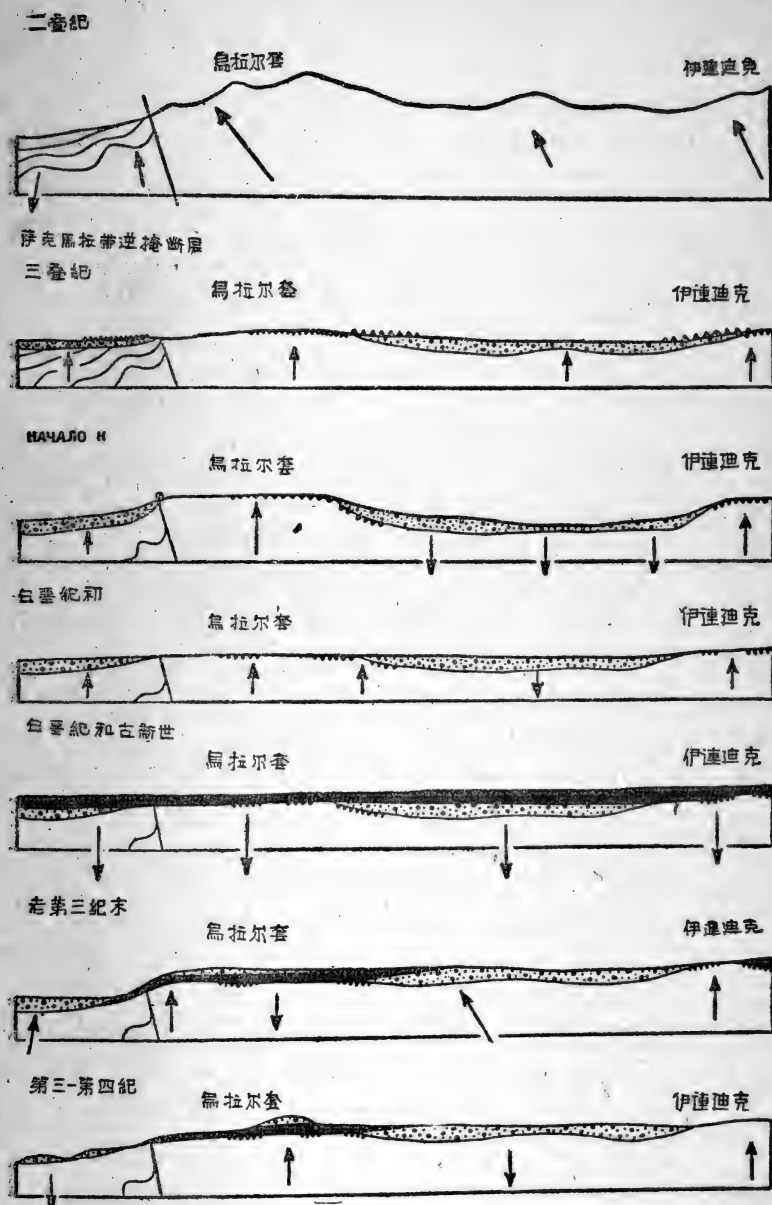


圖 41. 南烏拉爾南部地形的發展 (据 A. B. 哈巴科夫)

在鄂畢河附近地区，“黑鈣土达到更正常的表現，而在南部則从复域中挤出了另外一些土壤……。我們这样認為，当土被中最明顯表現出“气候”类型的时候，就認為这样的土被是“壯年的”。最后，在地形的老年期里，土壤是在松軟的冲積物及坡度差異減小的条件下形成的。

不要因为涅烏斯特魯耶夫引用了戴維斯的地形發展階段而貶低他的思想的价值；这样的思想在那些关于戴維斯的地理循环的批評意見提出后是可能發生的，关于那么批評意見我們在本章开始时已經說過了。就是不引証戴維斯的地理循环的理論，涅烏斯特魯耶夫思想的价值也是不会改变的。这个思想就是地形發展、松散堆積物及土壤的函数关系。

時間因素决定着这条鎖鍊的各个環節的發展，時間因素尤其能夠決定：在“老年的”地形、“穩定的”土壤發育、緩慢的松散堆積物的堆積等条件下，最終的紅土土类是可能發育的，这种紅土形成烏拉爾及其他很多古代陸地的風化壳。即使我們无法断定風化壳下的古代地形的細節，我們也可以根据上述的地形、土壤与時間因素等的函数关系，依照主要的土壤类型來判断地形年齡。

В. Б. 波雷諾夫曾經詳細地研究过与地形年齡有关的風化壳的年齡問題。對我們說來，确定紅土風化壳与准平原化地域——我們的剝蝕水准面——之間的关系是異常重要的。这种关系曾被學者憑着經驗在很多著作中肯定下來，尤其是在 А. В. 哈巴科夫的著作里。В. Б. 波雷諾夫对于这种关系也曾經發表过一些一般的見解。他曾在著作中說：實驗室中的實驗告訴我們，在每年沉積物的数量为 1500 公厘的情况下，必須有將近 50000 年的時間才能形成一公尺厚的紅土風化壳。因此，“即使在能夠促使風化作用進行的气候条件下，富鋁化（аллитизация）作用必須經過以地質比例尺來度量的時間才能獲得比較明顯的效果”（見第207頁）。要知道在自然界中，尤其是在山地地形里，大气水并不是和細粒粉末打交道，而是和大塊的結实的岩石打交道；而且，大量的水在沒有來得及滲透的时候，已經分散成为水流。这些理由使我們能夠理解：为什么紅土位于那些潮湿的热帶性气候地区，那些地区同时也是最古老的大陸地区——休斯所說的“貢瓦納”。印度、

非洲的剛果盆地、南美的亞馬遜河盆地的紅土都是這樣的。它們有一部分被復印在圖42上。

不過就是在这里，在低階地上的年青火成岩上也是沒有風化壳的。譬如，在馬達加斯加，“在第三紀以後的玄武岩上……並沒有形成紅土，雖然馬達加斯加的比較古老的玄武岩為紅土所復蓋”，——Б. Б.

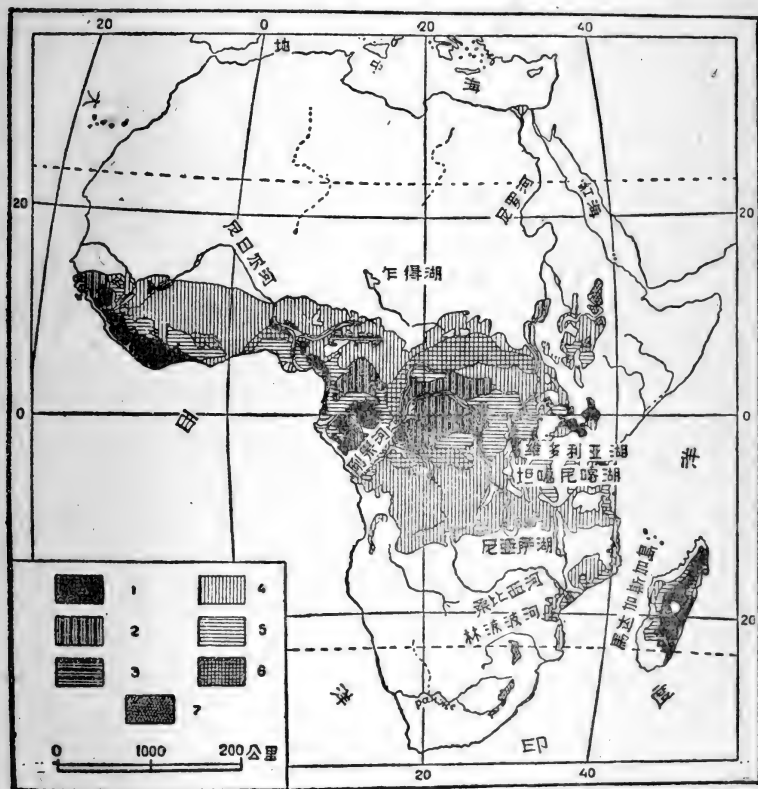


圖 42. 熱帶非洲的紅壤 (красноземные почвы) 及紅土 (латеритные почвы) (據 3. Ю. 邵卡爾斯卡婭)

- 1—紅土；2—常濕的熱帶森林下的紅土及紅壤；3—熱帶潮濕不定地區的紅土與紅壤；4—熱帶潮濕不定地區的草原上的紅棕色土；5—常濕熱帶森林下的紅壤；6—常濕熱帶森林下的紅壤及潮濕多變地區草原上的紅棕色土；7—山岡紅壤

波雷諾夫在他的書中寫道（見原書第 208 頁）。加羅索維奇指出：在沉積岩上並沒有紅土，只是在古老的火成岩及變質岩上才有紅土。

由于时间因素在土壤及風化壳类型的形成过程中极为重要，所以土壤及風化壳类型可以依照年令分为三种主要类型，Б. Б. 波雷諾夫把这些类型称为副殘積層(параэлювий)、正殘積層(ортоэлювий)及新殘積層(неоэлювий)。Н. М. 斯特拉霍夫發展了这个思想。他指出：紅土風化壳(鉄礦就位于这种紅土中)与准平原化地区之間有着異常密切的关系；与絕對的、相对的古老地形之間也有異常密切的联系(也就是說，在对以前的地形發展階段的关系上)。

“要生成实在的金屬礦床，——Н. М. 斯特拉霍夫說，——僅有一个有利的气候条件还是不够的。必須使有利的气候条件与有利的地質条件互相結合。所謂有利的地質条件包括……地貌的……特点(見第8頁)。只有在逐漸准平原化、剝蝕作用停滯的地形条件下，才会有安靜的环境來進行徐緩的地球化学反应，这也就是殘積層的鉄礦所以緊緊地依靠着准平原化地区的原因”(見第10頁)。

И. И. 金茲堡及Е. Н. 舒金在他們的著作中都會確認風化壳生成物与地形之間的这一类的关联性。

这样，我們現在就了解了定形地形类型中的一种——上面复盖着紅土風化壳的准平原或剝蝕面。一定的陸地地区的大的絕對年令会使它們的表面上能夠生成同样程度的准平原与紅土風化壳。那么这必須有哪样的地貌發展条件呢？这就是：升降运动幅度較弱的古老陸台，因而，也就是具有瓦·彭克所說的原生殘余平原类型的穩定-平原地形的古老陸台。在失去了活动性的古老地槽区也是优越的条件。如烏拉尔、哈薩克斯坦、阿尔泰的一部分就是这样的。它們的特点是广泛發育着紅土風化壳。我們在上面詳細地描述过这些例子中的一个。

必須注意到这些比地盾区的活动性較大的地区的風化壳的發展情况。在阿尔卑斯造山运动期，古代的及“穩定的”海西陸地會有很多部分再度复活并且轉变为山岳地区与高山地区。象天山、阿尔泰山就是这样。曾經發生过的垂直运动將風化壳抬举到顯然是和形成紅土的气候环境相矛盾的高处。在阿尔泰山，紅土見于3000公尺左右的高处(舒金)。

因此，古代風化壳所处的高度可以指出地壳升降的幅度，从这一方面說來對我們也是很重要的，要知道：地壳升降幅度問題的解决乃



是地貌研究工作中的主要任务之一。

### 3. 确定地形年齡的方法

所謂确定地形年齡就是指出它的地質年齡。关于解决这个问题的必要性我在上面已曾指出。在实际解决上述任务时必须沿着一条道路進行，这就是：一个地区的地形形态綜合体应当和那些可以用这种或那种方法（最常用的是古生物学的方法）推断出年代來的沉積層互相对比，推断出它們是否同年代。

在这方面，我們可以把所有地形形态分成兩类：（1）堆積的及（2）刻蝕的。

堆積地形 堆積地形的特点是：它們是在該地層的沉積过程中形成的，并且是該地層上部地表面的起伏。譬如，堆積的丘陵冰磧地形是在冰磧層沉積过程中生成的，并且是冰磧層上部地表面的起伏；古海岸平原的沿岸洲堤是沿岸海沙層上部地表面的堆積形态等。

因此，在地形的堆積形态中，地形形成的过程是和成層过程同时進行的。由此可知，断定堆積地形年代是比較簡單的。問題在于断定相应地層的年代，或者更准确一些說，断定成層作用的終了时期。譬如，沿岸洲堤的年代可以根据那些埋在海沙中的海中古生物的年代推断出來。

不过在大多数的場合下，堆積形态都是由顆粒比較粗的沉積物構成的，其中的古动植物保存得不夠好。譬如冰水的及湖泊冰的沙（蛇形堤和冰礫阜和它們一致）、海岸沙（具有沿岸洲堤的）、沙丘沙等都是这个样子。这可以說是非常普遍的規律，因为粗粒沉積物是在極大的作用力下形成的，而后者也就因此構成了比較明顯的堆積地形。應該特別注意冰磧的堆積地形。冰磧的堆積地形是难以直接推断出來的，因为在大多数場合中，在它堆叠的最初条件下，是缺少古生物的殘骸的。

因此，在断定堆積地形的年代时，常不得不采用比較复雜的方法，其中有兩種称为：相过渡法及年界法。

相过渡法的要点在于：按水平的方向追尋在地表面形成堆積地形

形态的啞沉積層，並且在我們要確定其年代的沉積層中找尋相的过渡点。

我們可以用列宁格勒地区利托林海進的沿岸洲堤作例子。它們是由粗砂構成的，其中沒有古生物殘体（只有極少的例外）。这些洲堤通常为古利托林海閉鎖或半閉鎖的古瀉湖低地所圍繞。很多的古瀉湖如：謝斯特罗列茲、拉赫廷、修尔耶、哈巴洛夫及盧加河下游地区的很多瀉湖就都是这个样子（見馬尔科夫，1931年）。上述的瀉湖地域在目前为泥炭沼澤所占据（圖43）。在薄層的（2—3公尺）泥炭下，通过鑽探可以很容易地顯露出利托林海相沉積。后者为湖泊沉積<sup>①</sup>、粘土、壤土，富于有机物質及古生物殘体，尤其是各种植物的花粉。此外还有藻

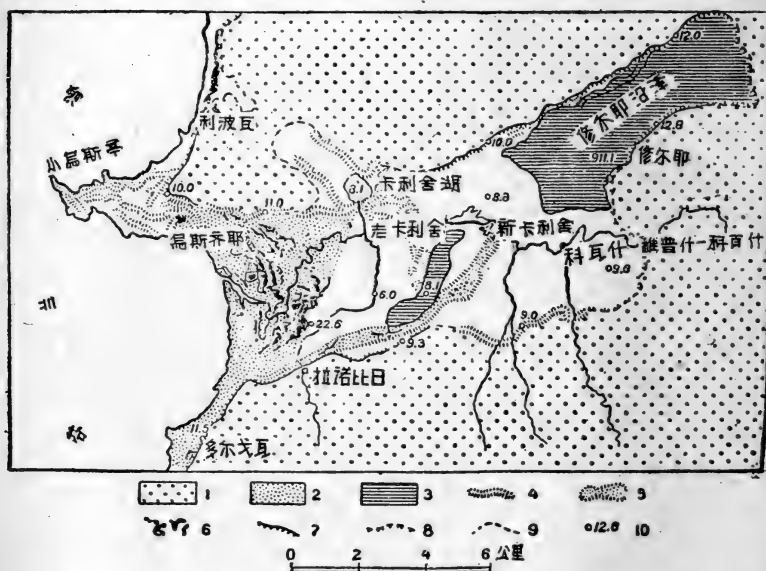


圖 43. 列宁格勒以西70公里处芬蘭海灣南岸的古修尔耶瀉湖区。沿岸洲堤的年代，根据其沙子的相过渡到古生物学認為層列于修尔耶沿澤（圖中加細綫条处）下面的利托林期湖泊沉積（Гиттия），而被断定为利托林期

- 1—位于利托林海最高水面之上的地方；2—大量海沙堆積地；3—泥炭；4—濱岸洲堤；5—沙州；6—砂丘；7—海蝕台階；8—由于海蝕作用而生成的坡；9—依照等高資料画出的海岸綫；10—絕對标高

<sup>①</sup> Гиттия, 瑞典語，意指由那些必須在顯微鏡下才能看出的小動植物遺体所構成的湖泊沉積——譯者注。

类水草的砂酸的骨架，以及植物的巨大遗体。利托林沉積的瀉湖相可以在瀉湖以至沿岸洲堤中看到。在沿岸洲堤就可以發現它已过渡为構成沿岸洲堤的沙。在斷定了这样的相的过渡——由有特殊古生物的相过渡为利托林沉積層——以后，我們就可以断定沿岸洲堤的年代。

然而在很多場合下，当那些对我们說來是很重要的地層的所有被研究的地域都沒有一定的年代时，我們就不使用相的轉变法。在这种情况下，我們不得不用另外一种方法，这种方法被我称为年界法。

年界法的要点是确定两个沉積層的年代，在这两个沉積層中，下面的一層垫着对我们說來是很重要的沉積層，而上面的一層局部复盖那些对我们說來是很重要的沉積層，或者緊依着它們。这样，我們就确定了两个年界。在这两个年界中包括着那个中間層，它的表面形成了堆積地形。現在用两个例子來說明如何使用上述的方法：

(1) 在金吉謝普城以南，盧加河及納罗瓦河之間，分布着古老的沙丘地区。后者时而單个地时而成一大堆地散布在各处，当地人称为“山”，（譬如，圖干山）。沙丘的沙島为寬广的泥炭堆所圍繞，后者堆叠于沙丘沙的表面上及沙丘堆的斜坡上。就象我在另外一本書上所指出的，这些沙丘和那些有名的波列斯拋物綫沙丘是同样的东西。它們属于大陸沙丘类，而不是海岸沙丘类，是在最后一次冰期終了时由西風系所形成的。这些由于和其它地区相比而得出來的一般見解，可以帮助我們断定沙丘的年代，不过这只是大致的。沙丘沙本身是无化石的，它們的年代只有采用年界法才能断定到一定的精确程度。

这个地区的沉積層的剖面顯露在謝列仁諾村旁的盧加河（圖44）。在露头的

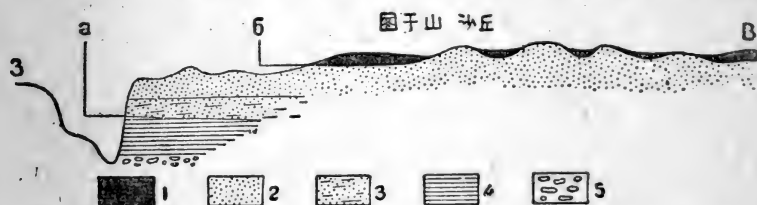


圖 44. 用以說明年界法的、芬蘭海灣与丘达湖分水嶺大陸沙丘的沙丘年代断定圖解

1—泥炭；2—沙丘沙；3—湖沙；4—帶狀沉積；5—冰碛；a. b. —年界

上面是石英質的經過很好地分选过的沙丘沙，沙丘沙構成了拋物綫沙丘，后者为河流所刻切。在沙丘沙的下面是湖沙，湖沙再向下就轉变为帶狀沉積物。帶狀沉

積物下面是冰積物。

在所有上述地層中，只能断定其中一層的年代，這就是帶狀沉積物的年代。對於后者採用了地質年代學的研究法。這個方法使我們把帶狀沉積層和謝列仁諾、盧加河下游、列寧格勒近郊以及更遠的地區——經過芬蘭到瑞典（依照瑞典地質年代表）都聯繫起來。根據這點可以斷定：謝列仁諾附近的帶狀沉積層是12500年以前在冰川附近的湖水中沉積下來的。上述時期是沙丘沙的下部的年界。這個年界顯然是“被誇大”了，不過我們是無法再定得更精確一些的，因為直接位於沙丘沙之上的湖沙，其年代尚未確定。

上部的年界可以用確定相鄰的泥炭的最高年代的方法來斷定，泥炭層並沒有直接被盧加河所切穿，不過在沙堆的坡腳，到處可以看到泥炭的層列，它們的層列緊靠着沙堆沙。通過鑽探泥炭我們可以很容易地斷定出來：在我們所研究的地區里，泥炭是從北方期開始生成的，或者說是大約在7000年以前。上述的時期就是上部的年界。形成沙堆的整個階段的時期都包括在這兩個年界里。它的年數不會多於5500年（12500—7000）。毫無疑問，這個數目字是過於誇大了。沙丘生成的時期是比較短的。因此，年界法所作出的斷定是比較不甚準確的，它所指出的只是堆積地形的最低及最高的可能年界。

我們可以用東歐平原倒數第二個冰期的冰積地形的年代斷定過程來作為第二個例子。在科斯特羅馬省、雅羅斯拉夫爾省、莫斯科省、斯摩稜斯克省、白俄羅斯的中部地帶、波蘭、德國北部及丹麥的冰積地形凹地中，可以看到上面沒有被冰積復蓋的泥炭沉積。如果沒有植物化石殘體的話，泥炭的年代可以斷定是冰期以後的。在植物殘體中可以看到*Brasenia*的種子，它們在較北的地區位於泥炭中，這個泥炭為最末次冰期的冰積所復蓋。根據這種情況我們可以得出一個結論，就是在上述地帶中，位於冰積地形凹地中的泥炭是間冰期的，它並沒有被冰積復蓋。因為最末次冰期的冰川復蓋物根本未曾達到這個地區。可以更準確一些把泥炭層算到最後一次間冰期的，而最後一次間冰期也就是冰積地形生成時期的上部年界。

在丹麥和波蘭的個別地點，在同樣的冰積層下也可以看到泥炭，它們屬於倒數第二次間冰期。因此，不僅是冰積的年代，就是冰積堆積地形的年代也可以算做是倒數第二次（德聶伯的）冰期的。自然，這裡說的是倒數第二次冰期的後期。

所有上述的例子都是第四紀的堆積地形。不過在這方面，選擇例子的時候並不是隨便的。如果不是全部的話，至少大部分的已知堆積地形確實是年青的，並且是屬於第四紀時期的。這種現象完全是可以理解的，因為堆積形態——地表面上的小地形會很快地被剝蝕作用所

破坏。

**刻蝕地形** 屬於刻蝕形态 (скульптурный рельеф) 的有侵蝕地形、構造地形、也有侵蝕—大地構造地形，也就是說，最大的地表形态的結合。它們的差異是很大的，而它們所以被列入于同一欄的原故是因为和它們同年代的沉積層必須在上述形态的所在地之外的某个地方去尋找。

阿·彭克曾經很明确地断定过这里所划分的兩種形态种类，他說：在堆積形态中，地形面和地質面是一致的；在刻蝕形态中，地形面位于地質面以下（也就是說，刻蝕了后者）。被剝蝕作用刻蝕、搬运的基岩層形成了所謂**相关沉積**（коррелятны́е отложения）。相关沉積是和形成刻蝕形态同时期的沉積層。它們的堆積是剝蝕作用的相对的一面，在剝蝕作用中生成了刻蝕地形。瓦·彭克曾經論述过相关沉積在地貌学研究工作中的重要性，并且他自己也曾很成功地研究过它們，尤其是在安第斯山方面。不过必須指出的是：为地質—地貌学的目的而進行的相关沉積的研究工作很久以前就已經开始了，它們的重要性在瓦·彭克这个言論發表以前就被学者知曉。俄國和苏联的学者曾經研究过很多的相关沉積，并且研究得很成功。近年学者曾經拟定了关于相关沉積層的新的研究方法，关于这些我在下面还要簡單地談一談。

相关沉積的研究工作可以主要地在断定**山岳**的年代时進行。在山麓堆積了厚層的山岳冲刷的松散產物。在这些沉積層的垂直剖面中，可以看到強烈的岩性变化，它們記載着山地隆起与剝蝕的各个階段。至于說到平原的刻蝕地形，則由于剝蝕作用強度不大，所以我們根本找不到和它們相应的相关沉積，要不然就是它們形成了薄薄的沉積層，复盖着廣闊的地域（泥盆紀砂岩）并且只提示出关于寬广平原地形年代的总的概念。

因此，要想断定平原刻蝕地形的年代必須使用年界法。

**年界法**在上面已經說过了。关于这个方法在刻蝕地形方面使用的情形可以举例說明。

①С. Н. 尼基京在他关于水文地質的一部專著中，曾經在實質上采用了上述的方法来断定自奧卡河發源至奧卡河与其支流——克罗麥河

匯流处的一段奧卡河谷的年代。尼基京報導了如下的對我們說來是很重要的情況。

“在這里，侏羅紀粘土層面成為強烈的連續的波狀面，具有很多小的凹地狀深窪，這些深窪是在侏羅紀粘土沉積的末期起至白堊紀砂土開始形成時止連續的大陸時期中侵蝕成的……”。

“對於侏羅紀粘土的產出條件以及其上層面的研究使我們得到一個結論，就是奧卡河上游河谷，其最大支流以及下游的最大的寬谷（лог），早在白堊紀砂土開始沉積以前，就已經具有比較明顯的外形及一定的坡度，白堊紀砂土復蓋了白堊紀以前的地形，並且在某種程度內夷平了这个地形”（見該書第41，58頁）。

奧卡河的河谷就遵循着這個白堊紀以前的淺溝（ложбина）。奧卡河的右岸是高的，左岸是低的，它的斜坡的不对称也是從古時候——從白堊紀以前就是如此的。

只是在白堊紀泥灰岩沉積以後，這塊地方才完全地從海平面下顯露出來，形成“比較平坦的高原狀的”陸地，“不過在這塊陸地上，已經形成了古奧卡河谷的淺溝及奧卡河下游主要支流的淺溝”（見第64頁）。

被尼基京用來斷定奧卡河谷年代的方法已經被他敘述得很詳細，所以用不着再多加解釋。我只想着重地指出一點，就是在这个例子中的年界是：下部的年界——侏羅紀，侏羅紀地面為古老的水系所切割；另外，上部的年界——白堊紀，它的沉積有一部分充填了古河谷。

尼基京在他的其他著作中也曾採用了類似的方法。譬如，他曾經確認：莫斯科近郊某些切入中石炭紀地面的河谷曾為侏羅紀沉積層所充填。在尼基京發表了這一點以後，莫斯科附近的“現代”地形的相應形態就被學者很正確地稱為侏羅紀以前的地形了。

在許多其他情況下也使用了同樣的方法，在確定了谷坡上及波羅的拉多加台階（глинт）坡上等處的冰磧蓋層以後，把這些地形稱為冰期前的地形。

用年界法來斷定地形的年代總不免有一定程度的不精確（見前）。年代斷定的精確程度隨着下層（其中彫有刻蝕地形形態）及上層（復蓋于刻蝕地形之上的）沉積層間的年代的加長而減少。

譬如，在列寧格勒地區，在台階的年代這一方面可以確定的只有

一点，就是它是在下志留紀以后、“冰期”以前生成的（！）。

應該把相关沉積法看做断定地形年代的最重要的方法。当断定那些在其各个部分的發展过程中保存着一定程度統一性的大地貌單位的地形年代时，尤其必須使用上述的方法。在研究山地地形的發展情况时，相关沉積法尤其重要。

这个方法的本質是以下面的情况为根据的，这就是：山地的剝蝕作用与其冲刷產物在低地的堆積作用是統一过程中不可分的两个環節。我們在地形中看到的剝蝕帶与堆積帶的比較明顯的对照，以及表現明顯的堆積地区相的分異，可以使我們在山岳条件下采用这个方法。

瓦·彭克是地貌学者中着重指出上述方法重要性的僅有的一人。誠然，他对于其他地形年代确定方法並沒有提到过。不过我們必須直率地指出：瓦·彭克所宣称的新方法，已經被并且正在被苏联地貌学者更有研究地、更加深化地采用着。

相关沉積研究法的原理可以在很多的例子中說明。下面用关于帕米尔相关沉積的研究工作做一个例子。这些沉積曾在南塔吉克低地構成了厚層的礫岩与砂岩，它們曾被P. A. 布拉契克研究过。

南塔吉克低地沉積層分为几个分層，从下面說起是：磚色層、希勾層、塔維尔达林層、卡蘭納克層和波利扎克層。下面的一些層是砂岩，上面的一些層是礫岩。碎屑物質的粒度自下而上有規律地增大，其中包括直徑8公尺的岩塊。整个層的总厚度达5公里。在砂岩層及礫岩層的下面鋪着老第三紀的海洋沉積層。因此，整个層可以假定地估計为新第三紀的。非常重要的一点是，在每一層中碎屑物質的机械成分在相的方面也有变化。随着远离开山的程度，物質的顆粒也變得越來越小。

顯然，所有这些資料可以解釋如下。在新第三紀初期，西部帕米尔及达尔瓦查开始升起。升起的山被冲刷了，冲刷物質被河流搬运到南塔吉克低地，随着远离开山的程度，这些冲刷物質變得越來越細。在新第三紀，山升高了，它們的冲刷物質變得越來越粗。因此，南塔吉克新第三紀地層是和西部帕米尔地形相关的。它的垂直变化記載着西部帕米尔山在新第三紀时的上升發展的过程。

这个例子可以作为采用相关沉積研究法的一般的說明。在很多情况下采用上述方法时常常是用这种形式，亦即研究相关沉積机械成分



的变化。

在某些苏联学者的著作中可以看到很多研究相关沉積的較精确的方法。

Л.В.普斯托瓦洛夫曾經从地球化学方面來研究相关沉積。他不僅研究了这些沉積的机械分異,并且也研究了它們的化学分異。Л.В.普斯托瓦洛夫在这方面的著作主要是与为研究外伏尔加的二叠紀疏松沉積層而提出的第二巴庫問題有关的。外伏尔加的二叠紀疏松沉積記載着烏拉尔山在二叠紀时的隆起及二叠紀时的冲刷。烏拉尔山的形成开始于下二叠紀。在那个时候沉積了構成亞丁斯克組的碎屑物質,以后沉積了二叠紀的昆古尔組。

“二叠紀的古地理是很有趣的,——Л.В.納利夫金說道。——在二叠紀中,烏拉尔蒙受到整个歷史中最大古地理变化。和二叠紀相关联的是……在整个古生代都存在的海盆里形成了烏拉尔山”(見第44頁)。

“亞丁斯克礫岩砂岩層的出現指明,在石炭紀末期及二叠紀初期時曾在烏拉尔中部地区發生过褶皺作用。这个作用使烏拉尔中部地区轉变为山地。这块地方的破坏產物在西坡地方沉積到海底,形成了亞丁斯克期的砂岩及礫岩”(見第513頁)。

“華力西烏拉尔在生成的同时也在强烈地破坏,把冲積物質供給了厚达一公里的亞丁斯克沉積層,”——在另外一个地方納利夫金这样寫着(見第519頁)。

亞丁斯克礫岩砂岩層厚达一公里以上,譬如,作者曾經指出,在烏菲姆冰成圍場东南角的亞丁斯克礫岩砂岩等就有2公里厚(見第239頁)。亞丁斯克沉積層为昆古尔沉積層所复盖,后者的厚度稍微小一些。它們也是烏拉尔山冲刷的產物。

就象我在上面所說的,上二叠紀时烏拉尔的古地理曾經非常清楚地为Л.В.普斯托瓦洛夫所闡述。烏拉尔山就是在这个时候达到了最大的高度。烏拉尔上二叠紀的古地理記載在烏菲姆組的碎屑沉積層中。在离开烏拉尔較远的地方,它們就轉变为卡贊組了。

在圖45中可以看到平行于烏拉尔相关沉積層的地帶性分布情形。这个沉積層的地帶分布情形反映着相关沉積層的机械分異与化学分異,这些分異是随着它們的搬运情况,远离于烏拉尔山的程度以及沉積情况而發生的。

从所附的圖示中可以看到，在韃靼共和國靠近烏拉爾的地方，分布着粗粒及中粒的岩石碎屑（厚度在7公里以上），然后就是砂岩地帶，含瀝青地帶，石灰岩-白云岩地帶及白云岩-石膏地帶。

上述的岩石更替情形反映了烏拉爾相关沉積的机械分異現象与化学分異現象。如果說机械分異在靠近搬运起源地的地方——烏拉爾山表現得最明顯的話，那么，化学分異就形成了地帶西部的沉積物区。整个說來，这个地区是沉積于上二叠紀閉鎖盆地中的巨大的水下三角洲。

因此，含銅的岩石（砂岩与粉砂岩）在过去是沉積在呈鹼性反应

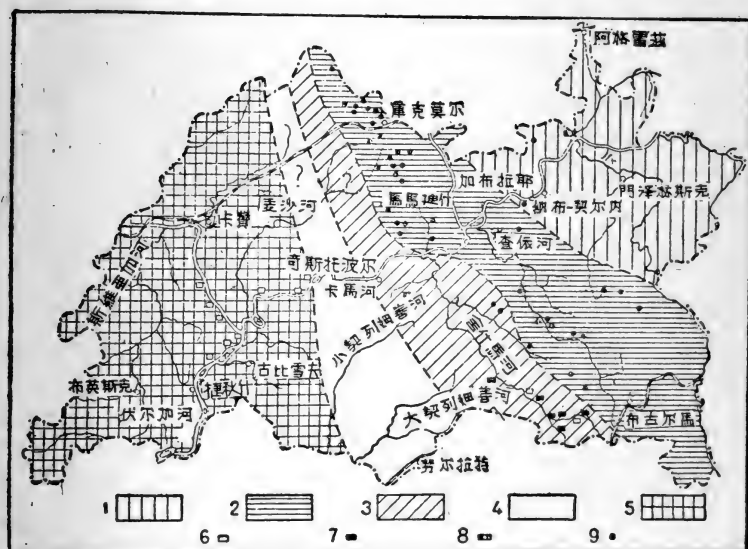


圖 45. 韃靼自治共和國境內烏拉爾山上二叠紀相关沉積（据Л. Б. 普斯托瓦洛夫）

1—雜色粗粒及中粒碎屑岩石主要分布区；2—含銅岩石的主要分布区；3—瀝青岩的主要分布区；4—石灰岩-白云岩的主要分布区；5—白云岩-石膏岩的主要分布区；6—石膏；7—地瀝青；8—褐炭；9—銅礦

的水中的，而氧化作用的潛能就变低了，因此，銅鹽的溶液就轉变为沉積物。同样明顯的是白云岩沉積在最西的地方，也就是上二叠紀海盆的海水演化最差的地方。

“当昆古尔海还没有来得及从地球表面上消逝的时候，在离它最近的东岸发生了巨大的地质事件：烏拉尔山受到了反复的隆起；东岸的侵蚀作用因之又蓬勃地回春了，无数汹涌的河流，从返老还童的烏拉尔山向海流下。它们把起死回生的水分带给濒死的昆古尔海，使海水变淡，并且留下了最初的、规模最大的烏菲姆三角洲”（普斯托瓦洛夫，1937，見第991頁）。

在这次以后，在上二叠纪时期，烏拉尔曾经发生过第三次返老还童作用，上二叠纪三角洲沉积的地层说明了这一点。

我們在这里不能把Л. В. 普斯托瓦洛夫的見解詳細地列举出来。这里只能着重地指出一点，就是根据他的著作我們获得一个对于地理学者說來是非常重要的結論——在研究相关沉积的时候，必須采用地球化学的方法。

这样，我們可以看到，从地貌学上說來，烏拉尔是在二叠纪时形成的，尤其是在上二叠纪。从那时起，它就以山嶺的姿态存在着。自然，烏拉尔現在的地形并不是上二叠纪时那样的地形，不过它仍保留着类似的地形。

將烏拉尔的現代地形和它二叠纪以前的地形加以比較以后，我們可以得到另外一个結論。在上志留纪及下泥盆纪时，在烏拉尔山的地方已沉积着厚層的（2—5公里）砂質-粘土質沉积。它們也是陸地的冲刷沉积物，并且是与蒙受冲刷作用的高地地形相关的。不过那时候烏拉尔地方还是地槽，而被冲刷的是中部俄罗斯陸台的較高的东緣。因此，我們可以断定：在志留纪和泥盆纪时，烏拉尔的地形和其現代地形是不相同的，而是相反的（地形）。类似的地形是从二叠纪时开始具有的。或者，照上面所說的，烏拉尔的現代地形可以称为是承襲下來的二叠纪地形。

順便指出，烏拉尔地形年代的上界可以依照風化壳的年代來断定。关于这点我在談到定形地形的重要性时曾經談到过。

两种方法的差異在于：相关沉积可以直接地指出地形的年代，而風化壳只能决定地形年代的上界。在这方面，風化壳和我所說的年界法中的上部沉积層起着同样的作用。

研究相关沉积的另一个巨大成就归于B. В. 別洛烏索夫。他曾經

非常詳細地擬訂了研究相關沉積層厚度的方法。這些厚度隨着大地構造的情況而變化（沉積層的厚度在陸台区較小，在地槽區較大），同時它們也隨着被剝蝕地形的高度及堆積點的位置對於沖刷區的關係而定。現在舉一個例子來說明：

在中新統時（喬克拉克期）發生了高加索山的形成作用，雖然記載在相關沉積中的高加索山的隆起標志顯得還要早一些。不過在中新統時，相關沉積的相的分布情況，對沖刷區的關係來說是非常明顯的。從喬克拉克期起，在地圖上（圖46, 47, 48）可以明顯地看到同一個規律。大高加索變成了沖刷區，沖刷物質沉積在它的外圍，形成了非常厚的相關沉積。如喬克拉克沉積厚達1200公尺，中薩爾馬特——700公尺，墨奧齊斯——700公尺等。把這些圖解加以比較以後，我們還可以很明顯地看出：隆起地區越來越擴大，也就是說，高加索山不僅是增高了，而且也加寬了——這種現象在其他山脈也可以看到。

其次可以看到：在礦水地區及濟魯爾地塊區，相關沉積的厚度是較小的，也就是說，這是一個在大高加索南北兩側隔斷地槽區的橫向隆起區。一般地說，北高加索橫向隆起區在過去照B. B. 別洛烏索夫的意見是自下白堊紀時開始形成的；因此我們在這裡也找到了“年青的”高加索山的繼承性較長的證明<sup>①</sup>。在上新統時，大高加索繼續隆起，這也被記載在厚層的相關沉積層中。

B. B. 別洛烏索夫所注意到的相關沉積的第二個特點就是它們的相的表現。譬如，在中新統時，當大高加索已經形成山脈，沉積層的相是粗粒碎屑物質並有明顯的地帶分異。

“西北高加索北坡的最大特點為中新統相的地帶性分布，這種地帶性在於：在較南的一些露頭，也就是說，比較靠近現代高加索山的地方。上述的沉積是淺水的、富於砂質的碎屑石灰岩相，也有的是砂及砂岩相，常常是粗粒的。在這個地帶中，沉積層的相的特點受到強烈的地方性變化。在較北的地方，在離現在高加索山較遠的一些露頭，這個沉積層是一致的粘土相。在這兩種相中間可以划分出中間的砂-粘土相”（Ⅱ，見第81頁）。

這種相的地帶性分布情形可以很明顯地看到，譬如在中薩爾馬特期地層中。這種地帶分布表現在圖49上。礫石、砂、砂與粘土、粘土、石灰岩等隨着遠離高加索山的程度而有規律地遞變。礫石、砂及粘土

① 并且A. B. 彼安維認為：早在侏羅紀的時候，在高加索就已經成了地槽，因而也就開始升起高加索山。

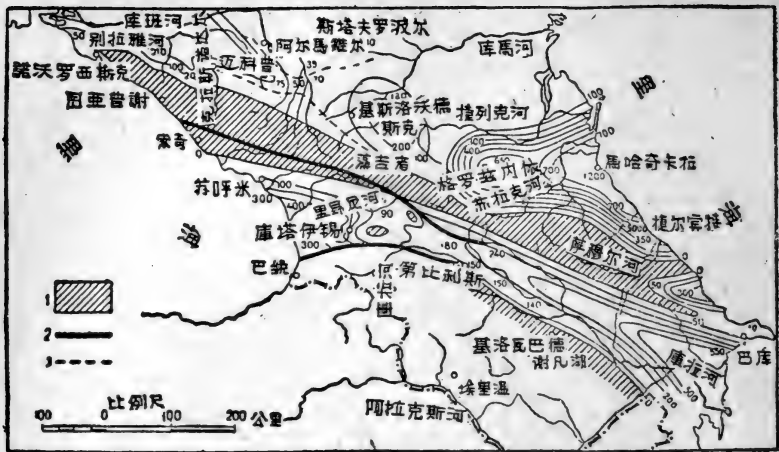


圖 46. 大高加索的乔克拉克相关沉積。沉積層厚度的变化。(据B. B. 別洛烏索夫) 等值綫距为100公尺 (至700公尺)

1—厚度为零的地区; 2—厚度不正常接触的 (大的上衝断層) 綫; 3—中間的  
值等綫

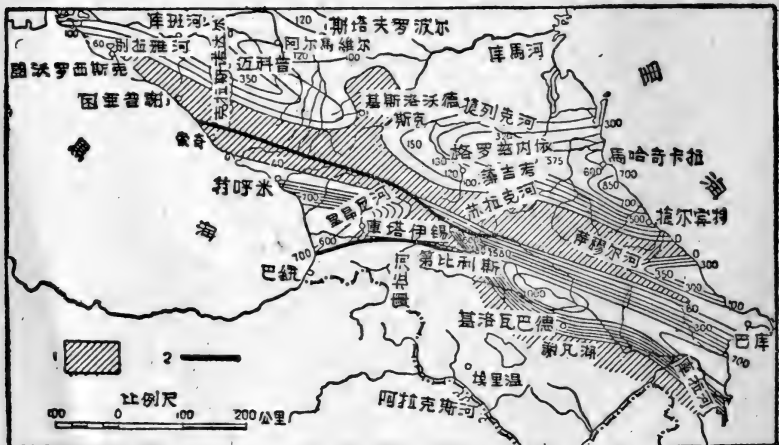


圖 47. 大高加索中薩尔馬特相关沉積。沉積層厚度的变化。(据B. B. 別洛烏索夫) 等值綫距为100公尺 (至700公尺)

1—厚度为零的地区; 2—厚度不正常接触的 (大的逆掩断層) 綫



圖 48. 大高加索墨奧齊斯相关沉積。沉積層厚度的变化 (据 B. B. 別洛烏索夫)。等值綫距为100公尺 (至700公尺)

1—厚度为零的地区；2—厚度不正常接触 (大的逆掩断層) 綫；3—厚度剧烈变化綫

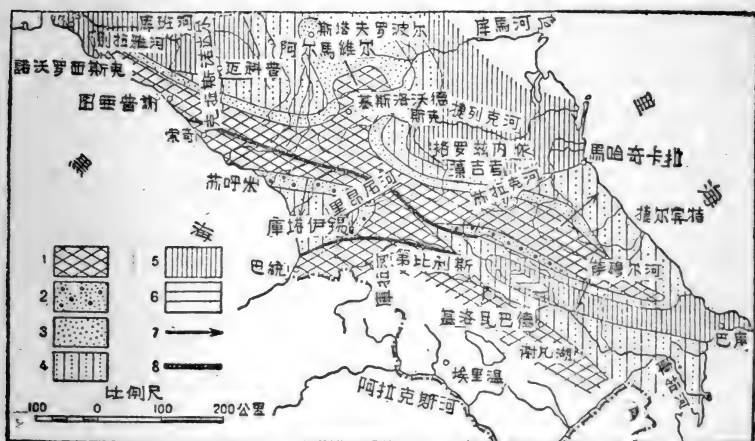


圖 49. 大高加索中薩爾馬特相关沉積。相的变化。(据B.B.別洛烏索夫)

1—冲刷区；2—大陸沉積；3—砂；4—砂及粘土；5—粘土；6—石灰岩；7—陸源物質的搬运方向；8—相的不正常接触 (大的逆掩断層) 綫

構成了上新統高加索的相关沉積。它們有一部分形成了前阿克恰盖尔的含石油層。

在我們所探討的問題中，有一些最重要的概念也是 B. П. 巴圖林提出來的。他所說的供給区及陸源礦物区如果翻譯成地貌學的名詞時，就是相关沉積的冲刷区与堆積区。巴圖林主要是从礦物學观点說明了相关沉積的特点。

所以我們說，苏联的学者实际上采用了非常多种多样的及研究得很好的相关沉積研究方法。

這些方法使我們能夠一般的說法——利用相关沉積來研究地形年代的益处——更向前邁進。偉大的國外的阿尔卑斯地貌學專家——阿·彭克及馬哈契克——也曾使用过这个方法，不过比起苏联学者所采取的方法來，他們的形式是比較原始的。

## 第十二章 地形的發展

### 1. 實 例

現在我試舉几个使用上述方法來研究地形發展的实例。

波罗的結晶地盾是剝蝕区。在地盾上几乎沒有古老的沉積層。为了确定地盾表面的年代，現在引用芬蘭学者謝捷尔戈尔姆等的話來說明如下。

大家知道，結晶地塊是被年代極不相同的无数構造裂隙所粉碎的。有些裂隙裂碎了曾为冰川所夷平的地面，所以也可以說，这些裂隙是冰期以后的；不过也有很古老的裂隙。其中有很多裂隙（在芬蘭西南部及阿尔丹群島）为下寒武紀砂岩（含有腕足类古生物）所填充。学者并且断定（自然，这还只是假定）：構造裂隙切穿了准平原化的地盾表面。因此，准平原化的地盾表面的年代要較裂隙古老，而某些裂隙要較下寒武紀还古老。所以，我們可以得出結論，波罗的結晶地盾現代地形的基本特征是異常古老（在前寒武紀）。自然，这里所說的



并不排斥以后所發生的变形。不过后来的变形并未破坏地形的一般面貌。譬如，加里东造山运动必然曾使地盾上升。俄罗斯平原上泥盆紀的雜色沉積層（地盾的上古代地形的相關沉積）就是上升的証据。关于在此之后的本質上并未改变情景的变形（近期裂隙構造、第四紀隆起、冰川地形）我們就不再說了。

**波罗的盆地**同样是非常古老的。在十九世紀末期，地質学者戈爾斯特就曾提出，寒武-志留紀地層的厚度在波罗的海地区的是有变化的。在戈特蘭島，也就是說，在波罗的盆地南部地区，地層的厚度最大（500公尺）。自此向东西兩方遞減（瑞典南部——100—200公尺，爱沙尼亞——100公尺）。据此可以說明，下古生代时，在今日的波罗的盆地南部，地表面曾經相对地降低。

**志留高原** 志留高原的極有意义的沉降部分位于楚德湖的北部。自此，志留高原向东西兩方升高。施密特很早以前就已指出來，中泥盆紀沉積層在这里位于下志留紀沉積層的不同的組之上。

他沿着波罗的海鐵路綫看到極明顯的不整合：自沃洛索夫城至盧加河行進，見到泥盆紀地層位于愈來愈低的下志留紀層位之上。在金吉謝普及納爾瓦之間，泥盆紀地層位于兩個最低的組的一个——埃欣諾-斯菲里托夫組之上。过了納爾瓦，情况正相反：再向西而行，泥盆紀地層又依次地位于愈來愈高的下志留紀層位之上。

这些資材在地貌学上的意义在于：志留紀各种不同的組所以露出于地表面之上，乃是因为在盧加阿至納爾瓦河之間發生了侵蝕的谷狀低地——自楚德湖至芬蘭灣。

在这个侵蝕低地的兩側上，就象在所有切斷稍經变动的沉積層的谷地兩側一样，在不同的高度露出不同的岩層。这些岩層的露頭以及侵蝕低地的兩側都复盖有中泥盆紀的地層。由此可以断定，低地本身乃是因泥盆紀以前某一古代河流的侵蝕作用所造成，并且直到今日还保存在地形之中。

这个低地在南方靠近楚德湖，并且过渡成南北向的楚德盆地。極可能，所有的普斯科夫-楚德湖与盧加-納爾瓦低地都是古河谷系統，在其低部因不均匀地堆積了第四紀沉積層而变形。

無論如何，可以說自泥盆紀起，上述低地的北部是保存在地形之中的。

更令人驚異的，就是目前在地形上呈現的不大的河谷（在聖魏依馬爾恩地區）也切入志留紀地層，並且為泥盆紀充填，也就是說，在重現着盧加-納羅夫低地的縮圖。這樣便說明了古代侵蝕形態在俄羅斯平原西北部地形中的重大意義。而俄羅斯平原西北部地形過去學者曾認為是近期冰川堆積作用所構成的。

實際上，俄羅斯平原西北部的地形早在古生代初期就已具有某些現代地形的輪廓（波羅的盆地）。

大概古老的單面山台階系統也是在古生代開始形成的，因為北部的單面山（志留紀高原）為盧加-納羅夫侵蝕低地所切斷，而後者的年代經斷定為泥盆紀。

蒂曼 依照H. H. 吉洪諾維奇的資料可以認為，因下古生代初期地殼運動而生成的蒂曼地塊的地形，以後經過不同的變化，一直保存到現在。所以，它是從古生代起承襲下來的最古老的地形形態的複合體。自然，這樣的推斷有一部分是用類比的方法得出來的。在陸台的結晶基底露頭之上，自泥盆系以迄較新的地層，時常可以看到不同沉積層的相發生有次序的變化，上述的推斷就以這個事實為基礎。所有這些變化指明，在陸台的整個歷史中，基底的不平是一直存在着的。當然，在這一方面蒂曼也並不例外，它的現代地貌特點是從過去的古老時代繼承下來的。

第二個應作的推斷是：現代的蒂曼不僅被冲刷得很厲害（象學者通常所認為的），並且也在劇烈地沉降中。蒂曼的變質片岩的深埋層面上的強烈割切地形證明了這點。這個層面的高度的相對變動達2500公尺。

日古利高地 Н. И. 索科洛夫把日古利描繪成一個古老的穹窿狀隆起，中部低落（橫面），在北部伴生着斷層與撓曲。穹窿的表面為無數小構造裂隙所粉碎，這些裂隙也很好地表現在地形上，99%的沖溝都承襲着這些構造裂隙（A. C. 巴爾科夫）。

向日古利的侏羅紀地層方向的相的變化證明：在侏羅紀以前，日

古利这个地方曾是一个高地，它被侏罗紀以前的喀斯特深而密地割切，并且为侏罗紀以前的冲溝（为侏罗紀地層所填充）所侵蝕。只有薩馬尔弓形地北部邊緣沒有古老的冲溝。这就是說，在侏罗紀以前，北坡尚未存在。日古利高地形成于二叠紀末期及侏罗紀初期之間，而断層形成于老第三紀末——新第三紀初期，虽然沿着断層綫發生的初期运动在侏罗紀以前就已產生；可能是在这个时候，也就是，在穹窿剛剛形成之后，日古利断層也就出現了。不过地形上还没有台階，或者虽有而不顯著。

E. M. 彼尔米亞 科夫所想象的日古利的地貌發展較此还要复雜些，他認為这是具有不同特征的漫長的升降运动的过程。穹窿的隆起發生于：（1）三叠紀——侏罗紀；（2）白堊紀与老第三紀之間，（3）中新世——第四紀。在冰期，穹窿曾有沉降的趋势。升降运动的幅度达 700——800 公尺。由于日古利穹窿的变化，伏尔加河被挤压得向东南移动。

**中俄罗斯高地** 我不想詳細地談中俄罗斯高地的年代的特征，因为这个問題已經在上面論述过了。現有資料可以用來論述莫斯科附近地区侏罗紀以前的地形，以及奥卡河上游地区白堊紀以前的地形（尼基京）。把侏罗紀以前及冰期以前的地形“投視”到現代地表面之上的这种生动的例子，后来被丹申及 H. E. 季克用在莫斯科地区。中部俄罗斯高地的結晶基底位于它的正中（庫尔斯克地区），在地表面下 40—80 公尺的深度；高地的南部一定在古生代就已存在了，因为它被古生代的海盆自西南兩方所界限。

这里所列举的資料都只是說明地形發展研究法的应用，这种方法在最后常常是把地形与一定年代的沉積層加以对比。

如果一个地区的地質年代資料有很多的断缺，那么定出來的地形年代通常是不太准确的。这个結論完全可以用在俄罗斯平原上。不过，年代的确定可以归納到一点，就是我們的平原在很久以前就已具有基本的外形，并且，它的地形繼承了下古生代的平原地形。

在構造上比較易于活动的伏尔加河沿岸地帶及其以南地帶例外，不过伏尔加河以南地帶的基本外形也具有远古的遺跡。

**德聶伯中部低地** 在地質學上被稱為德聶伯-頓涅茨盆地的德聶伯中部低地，它的情況我們研究得最詳盡。在 B. Л. 李契科夫、Л. Н. 索鮑列夫等人的卓越著作中，近年在隆格爾高晉等學者的著作里都談到這個地區。

德聶伯盆地的結晶底部位於距地面 3.5 公里以下的深處，甚至可能達 6 公里（索鮑列夫），而在頓涅茨部分甚至於低降到 10 公里的深處。盆地是古老的，因為它含有泥盆紀的沉積層。它很可能是元古代的。顯然在其中含有元古代奧夫魯奇砂岩的古河流沉積層。盆地成了自附近高地坡面上沖來的淤積物的儲藏所。

當下二疊紀及第三紀時，頓涅茨地塊隆起，與此同時，烏克蘭盆地東北部變淺。德聶伯河因為被頓涅茨地塊所阻礙而在克里米亞地方轉向西南，以後更將自己的河口移向西方，而靠近現代河口的位置。烏克蘭盆地有時是干的，有時是大河的儲藏所，有時為海水所淹沒。在第四紀時這裡形成了一系列的階地。在這些階地中，比較古老的階地沿德聶伯河向下沉降，為較新的並且明顯表現出來的“里斯”階地所覆蓋。

毫無疑問，擺在我們面前的是一個可以用於所有平原的、繼承古生代？以來之形態的寬廣盆地發展的鮮明范例，這種盆地正從地槽型盆地階段過渡為淺水的陸台低地。淺水低地是一種為河流的侵蝕作用所切鑿的低地，並且蓋上了淤積物與冰水沉積物，後者形成了所謂河谷扇形地的薄層。

**貝加爾湖沿岸** 本區被稱為亞洲的“古老黑暗區”。1901 年為休斯所提出的這種看法在不久以前曾被 Я. С. 愛傑爾什捷因很精采地闡述過。必須注意的是，關於“古老黑暗區”這個問題，在地貌學與地質學兩方面常常沒有能很好地劃分開。所以，關於這個問題的多年的爭論只是在总体上闡明了問題的地貌方面。無論是構成亞洲的“古老黑暗區”的沉積層的年代，或是這個沉積層的褶皺變形的年代都不能直接地指出地形的年代；古老的沉積層可能形成古老的形態，也可能形成年青的形態；構成地形的並不是通常所說的褶皺，而是由於斷層變得複雜了的升降運動。還有一點必須談到的就是 B. A. 奧勃魯契夫院士首

先在1922年提出的关于“亞洲的古老黑暗区的新运动”的新概念也未能找出确定“古老黑暗区”地形年代的直接方法。

B. A. 奥勃鲁契夫指出西伯利亞东南部地形是陡峻形态与穩定形态相結合，他說道：“象这样的老年形态与壯年形态的結合只能是因为地壳的个别地段在早已确定的体制破坏之后又在不久以前發生巨大的位移所致”（第41頁）。

如我們在上面所看到的，所謂形态的“壯年期”与“幼年期”乃是必須附有条件的概念。在各种場合下，它們都不能直接地按照这个字的地質函义把地形的年代告訴我們。不过，B. A. 奥勃鲁契夫論文中的新内容在于：他指出了西伯利亞具有不同世代（генерация）的地形。

只有这些形态与一定的沉積層的相互关系才能确定这种“古老黑暗区”的地形（尤其是象貝加尔湖附近地区），断定它們究竟是年青的还是年老的。

E. B. 巴甫洛夫斯基曾經做了一些有意义的綜合工作。在这位作者的几篇文章中指出，地形最古老的是圍繞着貝加尔湖的准平原化的地区；它們已經凸起而形成穹窿，它的中部以后破坏了，开始形成貝加尔盆地。

就象E. B. 巴甫洛夫斯基所說的，斯塔諾沃依山的穹窿狀隆起在侏罗紀时就已开始了。这一点我們是相信的，因为自斯塔諾沃依山的穹窿向北，伸展着充滿侏罗紀沉積層的山麓盆地。穹窿兩“翼”表面为充填含金淤積物的古老河床所切断。最深的貝加尔盆地非常年青。它的地形的年青程度如实地反映着它的地質的年青程度。盆地南部發育着礫岩。盆地开始發生于第三紀。河系逐漸改向，朝着新的深深沉降了的侵蝕基准——貝加尔湖。

H. B. 杜米特拉什科比較詳尽地論証了貝加尔湖附近地区的地形年代。她也指出了該地区穹窿狀隆起的存在（斯塔諾沃依山或沿东北方向呈綫狀凸起的大隆起地帶）。它們隆起的年代为自上侏罗紀至白堊紀之間。低地的侏罗紀沉積層与白堊紀沉積層說明了这一点，一些低地直到今日仍保存于地形之中：“所以，毫無疑問，中生代前期——上侏罗紀与白堊紀的沉積層是与直到今日仍保存于地形中的低地有关的

大陸沉積”(804——805頁)。或者，換句話說，據我們所知道的，斯塔諾沃依的現代地形是繼承上侏羅紀地形的。特別重要的是，在貝加爾盆地南部(索鮑列夫海角)的几个地区中具有厚的礫岩層(500公尺厚)。無疑的，它們是介于河床與盆地間的高地受到沖蝕後的產物。貝加爾盆地中部比較年青。南部的年代為下第三紀與中第三紀，北部的年代為上新世與第四紀。不過，貝加爾湖岸的地殼運動直到現在仍在繼續着。

以上所列各點是我們根據礫鑿的事實進行關於貝加爾附近地区幼年期與老年期的一般爭論後歸納出來的。

**結論** 在上列七個實例中，我都曾特別指出：確定地形發展在顯著程度上與現代地形相近的時代的重要性。從地理學的观点說來，這個時代是非常重要的。

我認為，地理學的地貌學的任务在於說明現代地形的成因。現代的地形是現代景觀的一部分，也就是自然地理學的主要研究對象。因為我們的重點放在現代，所以確定山地(烏拉爾、高加索)現代地形的原形的發生時代是非常重要的而這種時代正在被確切地記錄下來。

確定地形發展基本時期的年代，就意味着確定了現代地形的歷史根源的長度。地貌學者根據這點就可以宣稱，現代的地形只是繼承了這一個或那一個不同的、但有一定年代的地形。

地貌學者的第二個相當重要的任务在於，編出地形年齡的一些順序的時期表。當我們把這些時期互相比較，並且確定了每一種地形在每一個期間內的特点以後，我們就可以看到地形變化過程中的路標，也就是說，可以看到地形發展的主要特点。

我們擁有的這類年代記錄越多，我們重構的地貌也就會更完善。在很多的地區中，年代根據的詳情細節不免因沉積層地層斷面的不完備而受到限制。

志留高原就可以做為這類的例子，它的基本輪廓是在志留紀(中泥盆地?)與冰期(1)之間形成的。

地層斷面的相對詳盡性可以使我們較好地確定中德聶伯低地與貝加爾附近地区地形發展的特点。

## 2. 地形發展的基本問題

**承襲性** 这个名称是我自H. C. 沙茨基的著作中借用來的，他在論述大地構造時曾用過这个名称。

在地貌學上“地形的承襲性”这个名称是指現代地形有着悠久的、而且时常是很清楚的歷史根源而說的。

我所以及時地強調指出这个概念，是因为下列的原因。近年來，一些关于大地構造的概念并未加強地貌學中的歷史傾向；如果不加強地貌學中的歷史傾向，地貌學的順利發展顯然是不可想象的。我注意到了曾为蘇聯地質學者所發展了的施蒂勒派的觀點，H. C. 沙茨基曾經很正确地稱他們是新災變論者。

大家都知道，依照这些概念，則地球的歷史就要被40多个造山幕分裂为許多个別階段。在这些幕中，每一个階段都會使地形發展过程發生重大的变化，所以个别學者在現代地形中所能看到的主要是、或者完全是最后一次造山幕的表現。象这种任何地貌單位的发展歷史为无数次造山运动幕的災變所“折斷”的情形就会給我們研究地形歷史根源的工作帶來困难。

关于施蒂勒的觀念所給予他人的影响在Л. А. 瓦尔丹梁茨的概念中就可以看出來。他曾把高加索的第四紀划分为很多的造山幕，并且做出結論說：高加索是“人类眼看着”形成的。这样的說法几乎是完全重复了M. M. 捷賈耶夫关于貝加爾附近地区的地形年代的同样斷言。

和施蒂勒的大地構造概念（过于臃腫的概念）一样，上述的地貌概念也是不正确的。关于高加索的地形Н. И. 尼古拉耶夫曾經正确地批駁了Л. А. 瓦尔丹梁茨的概念（1941年）。另外，Е. В. 巴甫洛夫斯基及Н. В. 杜米特拉什科曾經指出：在現代地形中可以看出貝加爾附近地区地形的古老根源（見上）。

所以，“新災變論”在地貌學方面的应用不如在大地構造學方面那样多。自然，我們不能根据这点就做出結論說，在地面上沒有年青的地形。

为了說明恢复承襲地形的复雜性，我現在以阿萊谷地及在彼得一



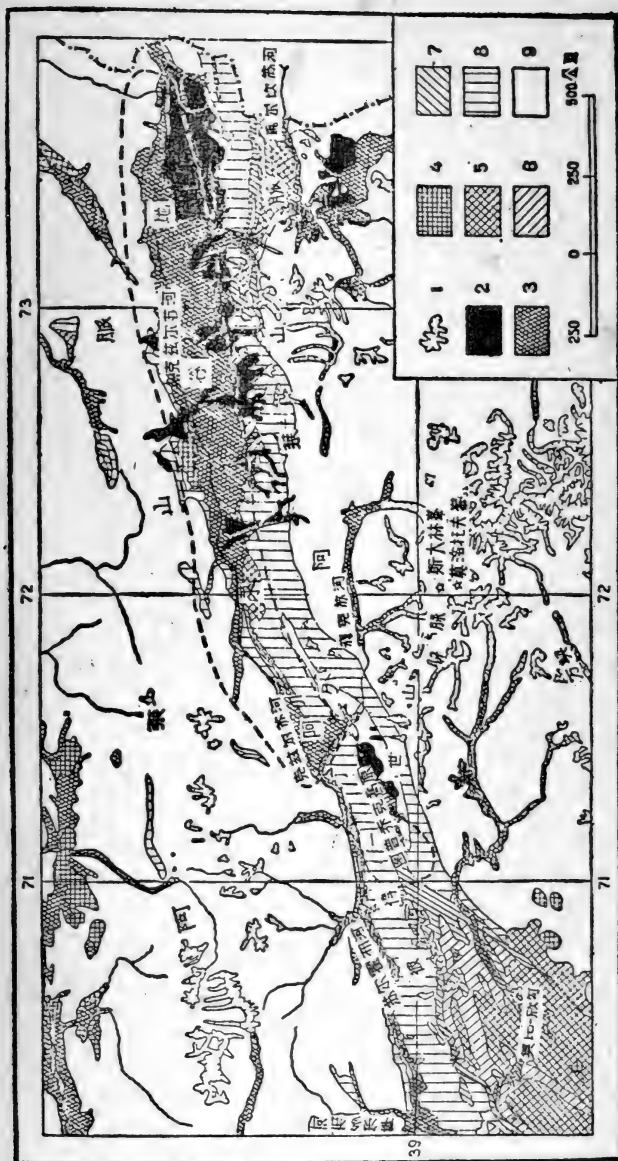
世山嶺方面的西部延續——圖普喬克高原做例子。大家都知道，阿萊谷地是位於阿萊及外阿萊山嶺之間的高山構造的沉陷向斜（大向斜）。阿萊谷地的長度約為 150 公里，寬度自 15 至 30 公里，而谷底的高度在伊爾克什塔姆附近為 3 300 公尺，在達拉烏特-庫爾干附近為 2400 公尺。無疑的，阿萊谷地在古老的帕米爾-阿萊冰期開始時就已經存在了，因為巨大的山麓冰川曾自阿萊與外阿萊山嶺的斜坡降落到它的上面。而阿萊谷地地形的年代還要古老些。地質圖指出，阿萊谷地乃是新第三紀礫岩及老第三紀與白堊紀海相沉積層的儲藏所。海相沉積層依谷地兩側的輪廓而分布，這就使我們認為：在這個時期之前，阿萊谷地就已具有了基本的外形。最後，老第三系沿谷地橫向有規律的相變也指出了這一點——越遠離外阿萊山嶺的軸部，越靠近阿萊谷地，碎屑物質變得愈細。所以，阿萊谷地的現代地形是承襲着白堊紀初期的地形的。這就是一般的結論。不過這裡需要馬上加以附帶說明。在外阿萊山嶺的北坡，白堊紀與老第三紀的沉積層上升到 4 公里以上的高度，並且受到強烈的位移。所以，現代的地形並不是白堊紀——老第三紀地形的準確的拷貝。古老的地形遭受了不同的變化：在南部，邊緣谷地已經上升；而且它也縮小了。所以，白堊紀谷地面貌在現代地形上的反映這句話雖然是正確的，不過需要不同的附加條件限制（圖 50）。

這種現象曾被 B. П. 林加爾建描述如下：

“隨着自北向南行，外阿萊山嶺的老第三紀沉積層顯出了顯著而非常有規律的相變。……與外阿萊山嶺的北部邊緣（博爾多巴附近）相比，老第三紀地層在中部地區的厚度非常大，並且富含砂質的陸源沉積物質……。我們可以非常肯定地說。在始新世初期，在外阿萊山嶺地區，海洋在南方被中生代與白堊紀岩石構成的陸地所封閉。這個大陸曾經供給海洋以碎屑物質，它們按照顆粒的粗細而分布：自南方的礫岩經過中部地區的砂粒而達到北部石灰質淤泥中的細粒陸源沉積的混合物。

如果我們找出谷地西部的延續，那麼我們就會更加相信上述的最後一點是正確的。

阿萊谷地的寬闊部分的低的一端位於達拉烏特-庫爾干。更向低處，沿着克茲爾-蘇河伸展着狹窄的年青河谷的延續。在這裡，新生代



中期的地層完全撓曲，它構成了阿萊山嶺的南坡與外阿萊山嶺的西端。自此，它越過穆克-蘇河的峽谷而進入彼得一世山嶺。這樣，原來曾和古低地地形一致的白堊紀和老第三紀地層便在這裡為外阿萊山嶺的隆起所破壞。這個隆起並且促進了穆克蘇河峽谷及在達拉烏特-庫爾干以下的、克茲爾蘇河部分峽谷的生成。不過在顯著的中斷之後，也就是說，再向西南方，又出現阿萊谷地的延續。這就是圖普喬克高原。它也是介於兩個山嶺之間——在東南方面是彼得一世的東部山嶺，在西北方面是彼得一世的西部山嶺——而伸展着的河谷狀低地。地形與白堊紀及老第三紀地層的關係在這裡同阿萊谷地的情況一樣。這些沉積層和上述的低地一致。圖普喬克高原好象是古老河谷的殘段。這個殘段的末端“懸”於穆克-蘇河谷（在北方）及欣戈烏河谷（在南方）之上。這樣，在大約 250 公里長的距離內，我們看到了兩個承襲了白堊紀、甚至白堊紀以前地形的古河谷狀地形的地段。介於兩個地段中間的是因年青的外阿萊山嶺的隆起而形成的間斷。

從這個例子中可以明顯的看出，我們所說的承襲地形是指的哪一種地形。這也說明了我們在斷定它的時候必須很慎重地、以每個地段的具体材料為依據。

**方向性與循環性** 關於地形發展的循環這個概念乃是戴維斯的最著名的基本觀點之一：准平原的隆起遭受了一系列有順序的變化，其最後的一個階段又是准平原。

在地質學中，地形循環的原則曾為學者熱烈討論過。A. Д. 阿爾漢格爾斯基、布勃諾夫、B. Л. 李契科夫、A. H. 馬查洛維奇、Г. B. 米爾琴克、Л. B. 普斯托瓦洛夫、H. C. 沙茨基等人都曾對此問題發表意見，並且把它應用於岩石圈的基本地質構造的演化方面。對於大地構造學及地貌學說來，問題的重心就是兩種基本構造——陸台及地槽——的演化及它們中間的相互關係。

A. Д. 阿爾漢格爾斯基曾經舉出一些新地槽形成的例子。這些地槽在地球的歷史過程中彌補着地槽的虧損。根據這些例子，阿爾漢格爾斯基也在一些附加條件下於一定程度內同意地球發展中的及其主要地形的循環原則。這也就是地殼及其構造與地形發展過程的可逆性觀

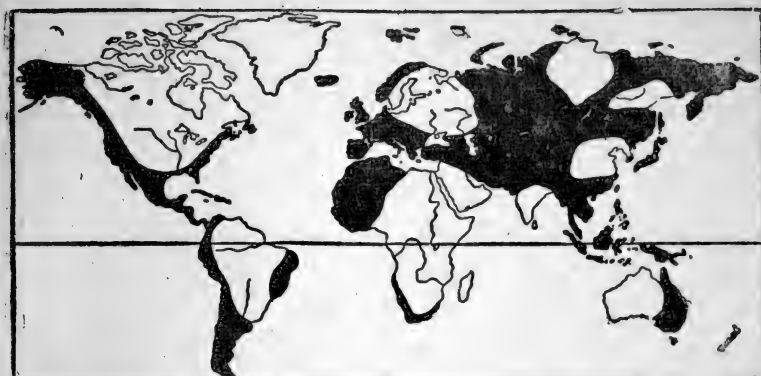


圖 51. 地槽区(黑色)及里菲期 (рифейская эра) 陸台 (据 Н. С. 沙茨基)

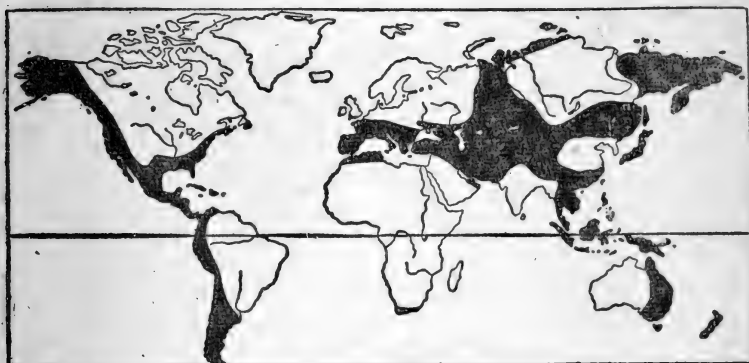


圖 52. 地槽区 (黑色) 及泥盆紀与石炭紀的陸台 (据 Н. С. 沙茨基)

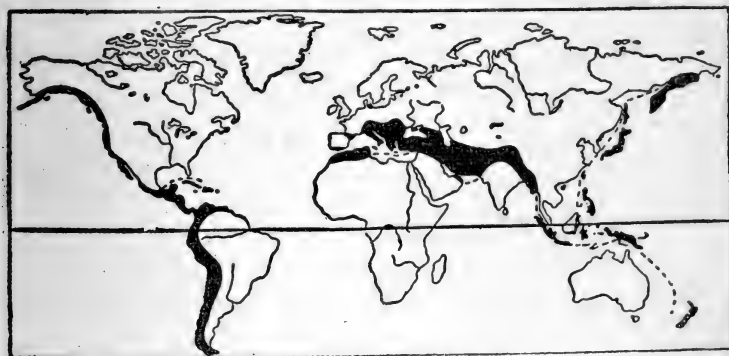


圖 53. 地槽区(黑色)及阿尔卑斯造山作用末期的陸台 (据 Н. С. 沙茨基)

念，它曾为A. H. 馬查洛維奇所表明。馬查洛維奇关于地壳在中生代及第三紀的演化是这样說的：

“地壳的發展路程在改变；代替着最后的各个地槽的逐漸固結与封閉發生了相反的过程——最先固結的陸台發生破碎作用。貢瓦納有三分之二固結于卡林造山运动期，有三分之一固結于加里东造山运动期。这是因为，地壳的固結并不是最終的过程。不要以为它的坚固地段的形成就会导致永久的固結状态，并且它們所有向新状态的發展都会被中止。重新構成的大地構造的新質——陸台——增長到一定的时期，达于坚固的極限时期以后，它就会开始破碎、沉降并構成新的活动地帶（第35頁）。

在第三紀及第四紀时，地壳中的这种活动趋势的增長已告完成，而繼之以陸台轉变为地槽的形势。大西洋北部特提斯地帶（地中海、黑海等的海底塌陷）在下沉，形成大的东非地塹，太平洋諸島在下沉……。所以，馬查洛維奇認為：在地壳的歷史上，韻律現象表現得極為明顯；当然，我們不能認為，發展的韻律会形成一系列封閉的循环，最后又回复到原來的情況。

布勃諾夫、A. A. 鮑里夏克、Г. B. 米尔琴克及H. C. 沙茨基等人很強調地指出了地壳發展中的方向性，其構造的方向性以及地形的方向性。依照这些作者的意見，在地球的歷史進程中，地槽的規律会为陸台与断塊的規律（Г. B. 米尔琴克）或者完全为陸台的規律所代替。这个过程已在本書引用的H. C. 沙茨基的圖51，52，53上說明了。它們指明了由于陸台面積的增大而發生的地槽面積的逐漸縮小（圖54）。

A. A. 鮑里夏克較所有学者更尖銳地指出地壳發展的方向性，他說：

“人們一定会提出这样的問題，就是在現代的海中，哪些部分是地槽呢？对于這個問題只能有一个答案：現在沒有这样的地形，”“表现为地槽的那个地球發展階級已經过去了……当陸台剛剛变得坚实的时候，在其中已經看不到比較富于可塑性的拗陷”（第9頁，）。

布勃諾夫曾經談到地壳基本因素的漸進的（有方向的）的發展，他說：“毫無疑問，地球形成的基本規律就在于此”（第162頁）。

随着地槽的發生，在地槽中進行的作用可能發展得很猛烈，这样

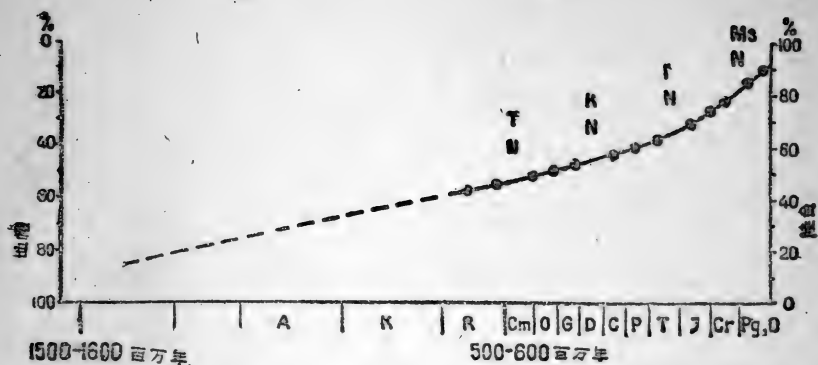


圖 54. 地壳發展曲綫(据 H. C. 沙茨基)

使地形的幅度就变得很大。在地球的歷史中，新第三紀和第四紀的地中海山岳地形——喜馬拉雅地槽很可能曾是高山地形。

所以，兩種過程——循環性與方向性——乃是地形發展中的主要規律，它們一起造成了地壳及地形的螺旋式發展。循環不是封閉的圓圈，而是地形螺旋式的有方向的發展。這種趨勢的具體表現就是陸台上平坦地域的增長，而這種增長是為地槽區山岳的激性爆發（пароксизм）所中斷了的。地槽的寬度變得越小，陸台中平坦地域增長得越厲害。

應該把這些一般的概念具體地聯繫到個別地域的地貌發展上去。我們所需要的（就象上面所說的）是從地形取得了同現代相類似的外形時開始的地形發展情況。現代地形的承襲性原則以及現代地形的歷史根源的探索迫使地貌學者進行深遠的歷史地質學的觀察。然而大多數的場合，這些觀察的深度較之某種專門的關於地球歷史的歷史地質學觀察是要小的，這是因為地貌學者所探求的是現代地形的過去根源，而研究過去的地形並不是他的本來目的。所以也就不能找到較多的一般根據來揭露地球的現代地形發展中的循環性。

現在舉幾個例子來說明。

烏拉爾地形是從二疊紀（亞丁斯克時期）起有方向發展起來的。烏拉爾現代地形繼承了上二疊紀時期的地形。從那時起，烏拉爾只蒙受過比較小的改造。我

們在烏拉爾地槽的歷史中并不知道有过“第二个烏拉爾”，因而，我們在烏拉爾的地形發展中也沒有發現封閉式的循環。从二疊紀起至現代止，烏拉爾地形曾經歷过一定的演化階段；然而並沒有回到当地最初的地貌輪廓，并且我們也沒有任何理由断定它总有一天会恢复原狀。

天山在它的本身留下了完全不同的形态特征。它們証實了天山在形态演化方向面的剧烈变化。这些变化能否証实地形發展的循环性呢？我們不难相信：实际上并不是如此的。天山的地形有兩個主要的形态特征，这就是：（1）中、古生代的剝蝕面，这些面曾抬升，并受到变形，（2）新第三紀及第四紀的高山地形。所以，在天山的現代形态外貌上留下了它的准平原化發展的特征和随后轉變成山地的特征。就象某些学者所想象的，在山地地形的發展过程中，达于積頂点（кульминационная точка）的时期已經过去了。目前山地地形已有凌削的征象（阿尔漢格爾斯基）。

另外有人抱有其他的看法（如李契科夫）。不管看法如何，天山的現代外形並沒有循環發展的跡象。这个發展有方向性的特征——从平原地形变为山岳地形。即使山岳具有凌削的征象，我們也沒有任何的理由來推断：山岳的“衰退”会繼續到天山的地形重新獲得平原特性的时候。我們不如說——这是一种趋向于比較均夷之地形的螺旋式的趋势，而無論如何不是封閉式循環發展中的一部分。

最后，再談一談俄罗斯平原的地形。在談到它的时候也不能采用循环的原則。在寒武紀初期（如果不更早的話），俄罗斯平原就已經平坦了，它到現代依然如旧。自然，地形的变化是曾經發生过的，尤其是象那些會在地槽中發生过的作用的余波。不过这些变化的特征不象地槽中的变化那样剧烈，所以我們几乎不知道它。在这里具有方向性的全部發展过程好象已經减弱，不过沒有循環發展的跡象。

**关于所謂大陸与海洋的永恒性** 大陸与海洋的永恒性或恒久性是在國外文献中發表的見解，在苏联的一部分著作中有这样的主張。В. И. 維爾納茨基曾在他的文章中說：在地球的歷史中，太平洋海盆是一向存在着的。А. А. 鮑里夏克在他所著的“歷史地質学”中也曾表示了类似的看法。布勃諾夫正确的指出（第162頁），在大陸与海洋的永恒性問題上，会有兩種概念參混，这就是地球水壳外形之恒久性及地球硬壳之高（大陸）地段及低（海洋）地段位置的恒久性。這兩個問題的解答是不完全相同的，因为水圈（海洋圈）地段的位置与外形不僅和岩石圈表面的变化有关，并且也有一部分和海洋水量的变化有关，海洋水量并不是經常不变的。关于这一点，我們在上面已經談



到了。所以說，自然地理的問題及地貌學的問題已被混為一談了。如果我們把問題只限于地貌學這一方面，那麼我們就應該論到地殼高的部分及低的部分，即大陸部分與海洋部分位置的永恒性與非永恒性。這樣，便發生了各種派別的爭論。這些不同觀點的發表者計有阿·彭克、休斯、維里士、舒克特、德納。

阿·彭克是永恒論的信徒。他認為：海一向是深的。即便把所有陸地切下來填到所有的海洋盆地裡去，海洋的深度也不會少於2640公尺。甚至假定地球在其地質生命初期的體積曾比今天大10%，地球上的水量曾比今天少10%，海洋的平均深度在當時也不會少於1800公尺。

另外一個永恒性的證明就是：從古生代開始<sup>①</sup>，陸地上的生物是不斷地發展着。這就是說，陸地一直是存在的，雖然它的位置可能曾經發生過變化。

阿·彭克的這個概念可以叫做大陸與海洋永恒性的相對的理解。

休斯反對海洋恒久地保持很大深度的原則。因為海水的深处是地殼的塌陷，所以它們不會是一直那樣的。譬如，在特里尼達島上有和南美同種類的魚，這就說明在過去是沒有海的（寬達數千公里）。

陸地和海洋許多地方經常是在改變的。在過去曾是特提斯海的陸地上，看到了海成沉積。相反地，阿爾卑斯的山地建造則在很多的地方沉降到了大西洋的底部。

從這些反對意見可以明顯地看出：深海和陸地總是曾在某個地方保存着的，所變化的只是在地球歷史中的深海和陸地的位置。

維里士主要是以彭克的見解為根據的，他認為：海洋的容量遠遠超過大陸的體積，以致它們中間不可能有相互的補償。不過在他的議論中還有一點比彭克的說法更加激烈。維里士說，“大的海洋盆地乃是地球表面恒久不變的特點，從水第一次發生的時候起，海盆就處在今天所在的位置，外形上的變化不大”（第241頁）。

這樣，依照維里士的說法，深海洋與大陸不僅是在地球表面上的

①或者還要早一些——馬爾科夫。

某个地方是永远存在的，并且在过去就是位于今天我們所看到它們的地方。維里士認為其他的假定是不可能的。被貢瓦納大陸压挤出來的水是无处容納的。而且，陸地和海洋是依照它們的重量而分布的，重量的变化就意味着地球上層物質全部重新分配。这种物質重新分配的征象我們是不知道的。

維里士的觀念是比較偏激的，是对永恒性的絕對的理解。

我們轉而对这些觀念作評價的时候，必須着重地指出这种純形而上学的問題的提法。大陸与海洋是被他們看成了超乎歷史範圍的东西了。它們是永恒的，它們是不变的。

不难理解，实际上我們只能夠說：某些地形是如何的古老，某些大陸与海洋盆地是如何的古老。在这样的提法下，可以解决地形永恒性程度的問題，換句話說，可以解决承襲地形的年代問題，可以解决关于地球表面不同部分地形演化速度的問題。

在現代地形中有着这样的地段，它們的地貌是在悠远的地質古代中形成的。这就是現代大陸的“凝結核”（ядра конденсации）——結晶地盾。前面已經指出：地球的深处構造——大褶皺与深断裂的特征在極古时代就已奠基，而且在其發育过程中就具有極大的穩定性。也就是它們造成了地表面上的主要的起伏。

所以，我們在地形的現代面貌中可以时常看到它的蒼老的遺跡。然而古老的形态也已經進化了，很多其它的主要地形形态是在較近的上古生代、中生代、上第三紀和第四紀时代形成的。

地球的面貌是在不断的發展过程中形成的。在地球的面貌中沒有永久不变的形狀。

关于地形演化的現代階段的問題 目前的时代是高山和深海盆地的时代，这个結論在地貌学者中大概是沒有異議的。

但是，現代地形的一般發展趨勢是怎樣的呢？我們是不是可以推断它是繼續保持着上升的發展趨勢；或者推断地形上升發展已經達到了積頂点，而現代的地形已趋向沉降了呢？

支持前一个看法的是Б. Л. 李契科夫，支持后一个看法的是А. Д. 柯尔漢格爾斯基。

Б. П. 李契科夫曾經正确地指出：山岳地形并不是由“小的褶皺作用”形成的。地形是由完全特殊种类的褶皺——背斜頂部形成的。它們不能和普通的水平褶皺混为一談……它們的大小有区别。这就是阿尔干所想象的深褶皺，埃里克·加尔曼所想象的“地腫”（геотуморы）（第18頁）。从这个造山作用的定义中必須得出一个結論，就是現在的时代是山岳增長的时代，是造山运动的时代，因为我們在各处都可以看到表现为褶皺——背斜頂部形成的、造陸隆起的遺跡。

“在短短的不超过一百万年的时间里……在淺海中造成了2公里以上的深窪，在陸地上和島环上造成了高达5、6公里的山系，我們能不能說这是一个安静的地質时代呢？”（見同書第28頁）。

“山岳的增長是現代的特点。同山岳相伴而生的是深的海盆。

A. Д. 阿尔漢格爾斯基曾經稍有不同地解釋了阿尔卑斯地帶地形的基本特点。他認為：在現代，这个山岳地帶在破坏着，那些靠近它的陸台地段部分也在破坏着，在它們原來所在的地方开始形成了新的地槽。所以，地形的發展在現代已經有了下降的趨勢了。

阿尔卑斯及比較古老的山脉中的巨大盆地就是造山波下降的征象。这些盆地發生在第三紀，并且在第四紀和現代繼續發展。它們逐漸地破坏了欧亞大陸的最高的山岳地帶，并且从它的邊緣开始進行。从这里盆地便穿入山岳地帶的中部。在西方我們看到了地中海海盆、黑海海盆，在东方我們看到鄂霍次克海及日本海海盆，而在高山中部看到地域比較局限的盆地——貝加尔、伊塞克庫尔及其他湖盆。

現代的火山帶——在西方地中海区；在东方堪察加（直到貝加尔湖附近）——也是和現代的主要沉降地帶相关联的。

“第三紀后半期及第四紀的特点，为具有断塊特征的垂直运动發展得非常广泛。在东方形成的鄂霍次克海深盆地及日本海深盆地，在西方形成黑海盆地及整个地中海盆地系統，都是属于巨大得驚人的沉降現象。在每一个山地中都可以看到不久以前形成并且繼續到現代的隆起的遺跡在中亞細亞及亞洲中部的山地中，这种現象尤其顯明。与此同时，某些破坏山嶺的窪地也發生了巨大的沉降”，

“有两个主要的年青的火山活动帶。其中东方的一个和太平洋邊緣的沉降地帶相关联……第二个，西方的年青火山帶和地中海盆地相关联”（見同書312頁）

阿尔漢格爾斯基繼續說：“这些沉降作用逐漸地發展，它們从东方（从太平洋）及西方（从地中海地帶）穿入大陸深处。包括着帕米尔、天山、喜馬拉雅山

等的新地槽的中部只是會在非常小的程度內被沉積作用惹動過。正因為火山噴發是和沉降作用相關聯的，所以在這個高的隆起地帶中，也沒有火山現象”（見同書第314頁）。依照阿爾漢格爾斯基的主張，在阿爾卑斯地帶及一部分亞洲陸台上正在進行着新的地槽形成作用；我們在馬查洛維奇的著作中也可以看到對地形發展的現代的趨勢有同樣看法。在他的著作中，地槽形成的趨勢會被更有力地指出，它會明顯地表現在阿爾卑斯-喜馬拉雅地槽的造山過程的曲綫中（見同書第28頁，表3）。

這個觀點是考慮到比較多的事實的（火山的分布，見前）。這個觀點也給我們說明了第四紀冰期後的冰川減少的原因。所以我也比較相信：山岳發育在新第三紀末期與第四紀初期之間的時候就已經達到了積頂點，目前我們已經看到了地形下降發展的趨勢。

---

## 第五篇 地貌学的基本問題与 苏联的國民經濟

地貌学与國民經濟——这两个概念的結合在國外学者的地貌学著作中是看不到的。这个道理很容易了解，因为現代的資本主义經濟对于設法提高經濟潛力是不感兴趣的。前面曾談到，在战前，因为美國正在建設水电站，所以美國的关于一般地貌学的著作只限于闡述与河谷發育有關的問題，而且是很陈腐和簡陋的。在苏联对于科学所提出的要求，其中包括对地貌学的需要与資本主义國家的情况完全相反，这点是无須論証的了。地貌学方法应该为我們的國民經濟服务是毫无疑问的。我們甚至可以說，國民經濟向地貌学提出的要求是如此的多种多样，要想概括地研究这些問題是很困难的了。我可以举一个例子，象H.M.尼古拉耶夫不久以前發表的僅为解釋与工程有关的現代地貌过程的文章，就列举了几十种不同的地貌过程。

很顯然，我們現在所需要論述的只是那些國民經濟發展的基本問題，它們的解决仰賴于地貌学基本理論的研究。所以，我在这里只談一些關鍵的問題。

当然，这些關鍵問題必須要联系到最近一个(第四个)五年計劃中的苏联國民經濟的恢复与發展，甚至联系到过去四个斯大林五年計劃期間的國民經濟的一般發展趨勢。

我認為，國民經濟任务与理論地貌学任务的基本結合之点有四：

1. 地貌学与苏联重工業原料基地擴充的关系。
2. 地貌学与苏联动力資源進一步發展的关系。
3. 地貌学与苏联農業進一步發展的关系。
4. 地貌学与苏联制圖事業的关系。

在上列四点中，前三点是有充分根据的，它們是根据第四个五年計劃及前三个五年計劃的內容而得出的結論。第四点是根据苏联制圖

工作的巨大發展，以及它在科學組織方面的巨大意義（如我所說的）而言的，在這一方面，地貌學是起着作用的。

這裡需要預先聲明的是，我所要說的只是普通地貌學與國民經濟相結合的某些基本方向，而並不是想列舉地貌學可以實際幫助國民經濟的一切方向。

**地貌學與蘇聯重工業原料基地擴充的關係** 關於這方面我想要說的是地貌學在研究各種主要類型的礦床（深成的，沉積的，與風化的）分布規律中的作用。

我還記得，在發布的恢復和發展蘇聯國民經濟的1946—1950年五年計劃法令中，曾提出關於我們工業最主要部門在1950年時產品的生產應該達到的標準。首先，在冶金方面，生鐵應為19,500,000噸，鋼25,400,000噸，鋼材17,800,000噸。這些五年計劃中的主要數字，載於說明生產與基本建設進度的五年計劃法令的第二部分。為了建立適當的冶金原料基地藉以發展我國工業，五年計劃法令中曾提到（見第13頁）：

“加強地質勘探工作，尤其是在蘇聯東部的勘探工作，藉以更進一步的擴充供工業上使用的鐵礦儲藏量與金屬資源的儲藏量，以便建設新的冶金工廠及做為生產資料之用。要發現供工業上使用的鐵礦1,680,000,000噸，其中西西伯利亞為100,000,000噸，錳礦110,000,000噸。準備工業資源以便在北部烏拉爾、西伯利亞、哈薩克蘇維埃社會主義共和國以及庫爾斯克磁力異常地區建設新的冶金工廠”。

五年計劃法令在有色金屬的增長方面也提出了巨大的任務。必須“在五年內把銅的生產量擴充到1.6倍，鋁2倍，鎂2.7倍，鎳1.9倍，鉛2.6倍，鋅2.5倍，鎢4.4倍，鉬2.1倍，錫2.7倍”（見第14頁）。

由此可見，建立冶金基地乃是1946—1950年五年計劃中的基本任務之一。冶金基地是重工業的基礎，而重工業是蘇維埃經濟的骨干。

我們也可以看到，恢復並發展國民經濟的五年計劃曾直接地把任務交給地質勘探工作者。現在要問，這些任務與一般的地貌學，尤其是地貌學的理論有沒有聯帶關係呢？

對於這個問題應該作肯定的答復，這點我認為是沒有疑問的。不

过我必須談談地理學方向的地貌學者所常表現的“害怕地質症”。有的時候，地貌學者認為在地質勘探隊中進行工作將歪曲地貌學科學活動的地理學方向。什麼樣的稱號（地質學方向或地理學方向）並不是一個重要的問題，重要之點在於，是否有助於五年計劃基本任務的圓滿解決。如果還會有什麼爭論之處的話，那只能是：地貌學的研究與綜合究竟能對我國冶金工業基地的建立（一般說來也就是原料基地）有多大的作用。

我認為，在這方面，地貌學的前途是遠大的，它們的被利用是很不夠的。我們不能不很惋惜地提到這個事實，就是美國地質局從成立之日起就多方面的使用地貌學的研究方法。美國地質局發表的第一部專刊，無論在內容方面和方法方面，都是地貌學的。我們的地質部直到現在還未認識到地貌學的方法是地質勘探及其他地質工作的基本方法之一。如果說地貌學的方法在實際地質工作中愈益廣泛地被使用，那也只是“自下面來”的壓力所迫，而不是地質部的領導機關和研究機關“從上面”理解這種方法的結果<sup>①</sup>。

地貌學的綜合工作對於成因不同的（深成的，沉積的，風化的）金屬礦床的研究是非常必要和有益的。地貌學理論對研究深成礦床的分布規律有很大的意義，但是地貌學與地質學的文獻絲毫沒有談到這一點。不過這一點是曾被A.E.費爾斯曼暗示過的，我所說的是他的關於地球化學富集的學說<sup>②</sup>。

A. E.費爾斯曼寫道：“一切自然過程無論其成因如何，都有其一定的傳播區域，後者我們時常可以看作一個中心點——影響於周圍自然界的源地。很顯然，這樣的中心點的作用是沿著以其為中心的同心弧、帶、圈而傳播的，而且，當介質相同的時候，富集體便具有球形的特徵，而當介質不同的時候，有一些是

①在這裡要向在不同地質勘探組織中工作的青年地貌學—地理學者們表示敬意。必須指出，他們完全理解地貌學與地質學相結合的必要性及地貌學與實際工作相結合的必要性。在一些地貌學者的倡議下，1946年組成了地貌學委員會，現在該委員會設在蘇聯地理學會莫斯科分會內，依照地貌學委員會發起人的意見，該會主要任務是提出并討論應用地貌學的問題。

②“地球化學富集作用（原生的）就是圍繞着冷卻岩體的化學生成物的地帶分布，這與自中心點至周圍的溫度逐漸減低有關。”（費爾斯曼，地球化學卷2，103頁）。



有向量的（*векториальность*）或不对称的时候，富集体便具有比較复雜的特征。

我們可以确信，A.E.費尔斯曼所提出的关于富集体的概念，無論在地理学方面，普通地貌学方面或实用地貌学方面都有很大的意义。我所說的在应用地貌学方面的意义是指着应用一般的地貌学概念來确定深成礦体的分布規律而說的。关于富集說的全部价值，这个学說的創始人已經告訴我們如下：

“首先，我們可以說，地圈本身就是一个地球化学的富集体，不过它是一个規模較大的行星富集体。在本章內，我們只想分析先后發生的两种富集类型，第一种我們叫它为原生的，它是与岩漿的逐漸冷却有关系的，第二种我們叫它为次生的，是指着那些由于外力对地表的作用而發生的異常复雜的过程……………”（第2卷159頁）。

在本書的結尾（第六篇）中，我还要談到富集学說的一般意义。这里我想談談富集作用（原生的）的特殊意义。如我們所看到的，这个名詞應該理解为岩漿結晶体及其派生物在地壳中的有規律的分布。埃利·迭·博蒙曾把費尔斯曼在一百年以前（1847）首次提出的这个規律和虹的色彩的分布比較。他把这个規律叫做“*Aura granitica*”——花崗岩暈圈。

圍繞着冷却着的岩漿源的富集分布規律大体上是这样的：在距地表面数公里深处冷却了的花崗岩基<sup>①</sup>分異为偉品花崗岩的殘余与气态分泌物——气化物（*пневматолиты*），后者集中于岩基的頂部。在它們的上面分布着热泉，溶液中含着不同的物質。这就是所謂热液產物（*гидротермалиты*）。在岩漿源的冷却过程中，各种礦物的富集体由于这些礦物的凝結温度不同，而有規律地分布着。

費尔斯曼把上述富集体分为十几种，以拉丁字母（由A至L）來表示：（1）A，B，C三类是在岩漿階段形成的。（2）D，E，F，G四类是在气化階段形成的。（3）H，J，K三类是在热液階段形成的。（4）L类是在地表面形成的。在岩漿階段中形成的富集体，位于地表

①大部分礦石与酸性的花崗岩基有关。

面下的最深处，——温度較高的 2—10 公里深的地方。在这里，礦体大的是在  $1500^{\circ}$  左右的温度中形成的。这里產生了白金、鉻鉄礦及鈦磁鉄礦(由超基性岩漿形成)的礦床。偉晶花崗岩階段產生含有霞石、磷灰石、鈾、釷、銱及鉍等富集体，它們是在  $700^{\circ}$  左右的温度下于 7 公里以上的深处形成的。再往上分布着 气化階段的富集体(温度在  $600^{\circ}$  以下)，其中包括鉬、錫、鉍等的礦床。最上面是热液階段的富集体(温度为  $50-500^{\circ}$ ，深度为 0.5—2 公里)。它們形成了在性質上最为复雜的礦床，这些礦床依照深度遞減的順序排列为：鎢、金、銅、鋅、鉛，最上面是水銀与砷。这种地球化学富集体的分布規律如圖 55 所示。

A. E. 費爾斯曼寫道：

“为了理解这个过程，現在我們來研究一下在 2—5 公里深处，也就是說，在地热增溫級的第 4—5 級(約  $150-200^{\circ}\text{C}$ ) 及大气压力在 1500 个單位以上的地区

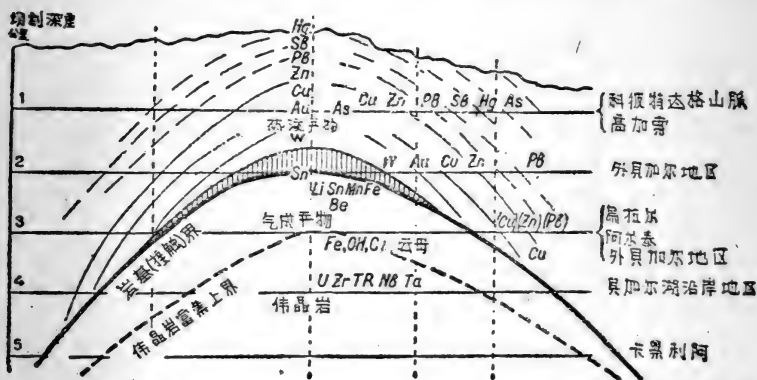


圖 55. 地球化学富集体、侵蝕程度及各种礦床在地球表面上的分布情况(据 A. E. 費爾斯曼) TR——極少的地方

冷却的花崗岩基的結局。花崗岩基在接触地帶凝結，分異为偉晶花崗岩的殘体和 气化鎔出物。極大部分的偉晶花崗岩形成物位于接触地帶附近。在此过程中，偉晶花崗岩侵入花崗岩中，也侵入于圍岩中。它們的排列順序是按照下面的規律的：——……高溫类的在深处，低溫类的在上面。气化物大致也适合于这个規律，然而，在数量上絕大部分集中于岩基的頂部，所有揮發性的物質都有向上移动的趋势……”(172頁)。

我不想再多談 A. E. 費爾斯曼的概念。自然，這些概念就其本質來說是地球化學方面的問題，不過從另一方面來說，它們也是地貌學方面的問題。A. E. 費爾斯曼也指出了這一點。他說，每一個岩漿源的富集體都或深或淺地為剝蝕作用所切割。地球化學富集體的切割深度、侵蝕層次與剝蝕程度決定着該地貌區<sup>①</sup>礦體分布的具體情況。

在圖55中，侵蝕深度用橫綫（單位為公里）來表示。圖右的注釋表示：各地貌區（波羅的結晶地盾〔卡累利阿〕，烏拉爾、高加索等）的地表面所適應的侵蝕深度。

依照地貌學的慣例，這些地區常被叫做老年地貌區或青年地貌區。譬如，烏拉爾是老年的山脈，高加索是年青的山脈。毫無疑問，高加索山的剝蝕程度要比烏拉爾輕一些。依照這種地貌學的評價，就可在勘察礦床時得出正確的推斷，因為事實上存在的這種礦床分布的情況已經証實了這一點。

譬如，在芬諾·斯堪的納維亞地盾上只能見到與岩漿作用的根部有關的礦物，與深處高溫分泌物有關的礦物，如長石、石英以及某些稀有金屬。在溫度最高的氣化地帶也可見到鉬及錫石（錫礦石）。從元古代開始的（見前）在很長遠的歲月中所形成的波羅的地盾的准平原地面把其餘的礦床都剝蝕掉。在這樣悠長的時期內，剝去了包含着熱液及氣化階段的富集體的一層地殼。

“所有富於揮發物的產物、各次水熱作用、礦脈，也就是說，所有在發生上與深處有關係的，而堆積性質與其根部不同的物質——所有這些在這種地盾的地球化學成分中是缺少的。在地盾區，主要是岩漿直接分泌的產物，甚至於古地盾的經常旅伴——偉晶花崗岩，我們也只能在最高溫的根部見到它們（1932，19頁）。各地盾的礦產種類是一致的：在基性岩石中是銅和鎳，在花崗岩中——鐵礦。

在古老地盾面上，地貌特徵與地球化學特徵的對照可以用年青的高加索地表面作例子。它的地球化學富集體的原生構造面與原生地球化學面受侵蝕切割的程度比較小。

①C. C. 斯米爾諾夫後來曾對這一定義加了一些補充。

因为年青的地表作用的形成所蒙受的侵蚀作用还很少，所以它们的主要特征应该是保存有富集体的外部，也就是说，在它们中间不仅含有被水溶解的一般沉积物，并且还有低温级的锑、水银、砷……………矿泉、碳酸分泌物等。这种地球化学作用的类型实际上与高加索、科彼特-达格及中亚一带有关系”（1932，38页）。

古老的侵蚀切割面为近代的作用抬升到很大的高度，因而发生了种种不同的变形。在这种地方的地表面可以看到深度不同的地球化学富集体。譬如，天山就是这个样子。在那里，“在一个平面中具有种种不同的富集体。因此在这个地区中有多种多样的化学元素。不仅可以得到具有工业价值的铜、锌和铅，并且也可以得到砷、钨、锡、铋，有时还可以获得铀和镭。这些矿物同在一个平面出现，是不足为奇的事”（同上，62页）。

所以，一个区域的剥蚀程度可以使不同的矿石共生体依照先后次序出现于地表面之上，如图55的横綫所示，一个地区的地貌发展以及该地球化学区的地球化学“内容”使得深成矿床的有规律的共生现象出现在地表面上。这些矿床成为我国工业的原料基地。

为了确定这个规律，必须好好地研究苏联各地貌区的发展历史与其现代发展阶段。

地形的不同地貌年龄决定着富集体的不同切割深度。这一情况可以引用Г.П. 沃拉罗维奇的话来表示：

大多数金矿床位于古生代与中生代的山脉中：“……………最丰富的产金地区就是由古生代与中生代褶皱所构成的西伯利亚边缘地区。而大部分由寒武纪以前（卡累利阿、德聶伯河附近）的地层或最新褶皱山脉——喀尔巴阡、克里米亚、高加索等地则是金矿贫乏地区”（107页）。

这是很容易理解的，因为金分布的“水准面”是在地壳的中部。在最古老的地区不能发现黄金，因为它早已被剥蚀作用消除了；而在最年青的山脉中，金的富集体还没有为剥蚀作用所揭露。

但是，解决一般的地貌学问题在探索矿产富源方面的必要性并不仅是这一点而已。地貌学者的理论立场如何也是非常重要的。下面我用一个抽象的例子来说明这个问题：假定有这样一个围绕着花岗岩基

形成的地球化学富集体,如我們前面一再引用的圖55所示。我們并且假定,切割面并不是原始的水平面,如該圖所示。假定山的隆起作用与剝蝕作用使原生的簡單山势变得复雜,現在的山坡成为階梯狀。这样的情形正如戴維斯及瓦·彭克(兩種地貌学派的奠基者)所指出的。不过他們兩人对此現象是以不同的方法來解釋的。如果依照戴維斯的解釋,則大抵为:級梯不过是被断層所分割的隆起到不同高度的准平原地面整体的一部分。按照戴維斯这种观点,則全区的化学元素都按照完整的水平切割面那样变换。如以第Ⅱ个切割面为例(相当于高加索地方),則自周圍低地至中央高地可以先后遇到砷、汞、銻、鉛、鋅、銅与金。

然而,在贊服瓦·彭克学派及其山前梯地学說的地貌学者看来,則会有另外一种推断,依照瓦·彭克的說法,山前梯地的階梯不是同时發生的,而是,按照山地上升与發展的規模依先后次序形成的。較先生成的階梯位于靠近凸起的頂部的中心,在这里剝蝕作用自然是比較長些,而被侵蝕的地層也要比頂部周圍地帶厚一些。于是在山前梯地中央階梯的切面上,就会發現較邊緣地方更深的富集体,并且現代的(階梯狀凸起的)頂部表面与圖上以凹綫表示的切割面相符。因此,在現代的地形面上礦体的分布規律將不同于第一种情况(見圖55)。

依照戴維斯的說法,則按着远离隆起的頂部的程度,我們可以推断有以下元素存在(第一綫): Au, Cu, Zn, Pb, Sb, Hg, As。

而依照瓦·彭克的理論,則是另一种变换形式: Sn, W, Au, Cu, Zn, Pb, Sb, Hg, 它們的分布將象一条凹曲綫。

所以,地貌学者在普通地貌学方面的不同理論会以不同的方向來指導地質普查者。

我所說的只限于地貌学者的一般理論見解及其与一般的地球化学观点的关系。

在这种关系中,我必須着重地指出,花崗岩基的侵蝕階段与其富集体間的相互关系是基体的地貌过程的局部表現,而后者的分析乃是本書的主要任务。这个过程就是在地球表面地形形成过程中的內力作用与外力作用的相互作用。

研究沉積與殘積礦床時，基本的地貌學觀念有很重要的意義。從地貌學者的觀點看來，沉積礦床的形成是與相關沉積的形成作用及機械的與化學的分異作用有關係的，後者制約着相關沉積。

如果我們回想一下上二疊紀的烏拉爾的相關沉積，並且查看一下圖45(在本書圖45中，描繪了韃靼共和國境內烏拉爾上二疊紀三角洲的相的變化情形)，就可以充分明了上面所述之點。依照距離烏拉爾的遠近，岩相變化的順序如下：(1)粗的及中型碎屑的沉積岩層，(2)含銅的岩層(砂質的)，(3)瀝青質的岩層，(4)石灰岩-白云岩岩層及(5)白云岩-石膏岩層。下述的有用礦物分布與上述各種相有關：褐炭(第一種相)、銅礦(第二種相)、瀝青(第三種相)、石膏(第三、四種相)。

大家知道，研究沖積礦中的重砂是在地質普查與地質勘探工作中地貌學最正確的應用之一。根據弗遼羅夫與烏索夫的報導，目前正在進行着不同的十一組重砂的研究(依照畢律賓——共有九種重砂)。這些重砂組就是：白金的，含鎢的，鉍的，含鉛的，含錫的，含鈦的，稀有元素的化合物，磷灰石的，含水銀的，含碳的(金剛石)及含金的。畢律賓在其名著“砂礦地質學基礎”一書中指出，要想研究砂礦必須分析這些地貌問題，譬如風化過程、剝蝕過程、河流淤積物的搬運過程、侵蝕循環(河流縱剖面，當侵蝕基準降低時河流縱剖面的變化等)以及與准平原的形成有關的問題。而以上所列举的問題可以說是地貌學的基本問題。畢律賓所著的書可以說是“砂礦的應用地貌學”，這並不是過甚其辭。畢律賓在其所著書的結尾中指出：地貌學上的問題未能解決在目前限制了砂礦的正確的發現。他說：

“在很多場合下，我們完全無法着手研究砂礦床，我們不知道應該蒐集那些材料，怎樣整理它們，去解決哪些問題，能得出哪些實際的結論”(第498頁)。一望而知，我們……沒有研究古河谷網的砂礦，但它們在外國有很大意義(克朗戴克，加利福尼亞)。我們沒有研究瀕海高階地的砂礦以及埋藏的砂礦。然而，“在西伯利亞廣泛發育古代金礦床(勒拿、葉尼塞、庫茲涅茨、阿拉套)，在西伯利亞地質史中存在有長期的大陸風化階段，在大陸風化階段中有时同时形成了礫岩層(二疊紀-石炭紀、侏羅紀、第三紀)，這就使得在礫岩層中極有可能找到埋藏的砂金礦床。過去一直沒有從含金量度這一方面來研究這些礫岩。

甚至于在礫岩含金顯著的時候（如在高加索、費爾干納、威呂）也很少有人去研究它們，我們不知道如何入手，因為我們完全不曉得金在其中分布的特性”（第500頁）。

所以，研究這些砂礫組（古老的）的形成就不能脫離山地的地貌發展（剝蝕作用）來進行，它們極需要地貌學者去工作。

在研究風化礫床時，分析不同地區地面發展的一般規律也是很必要的。關於研究風化壳（“定形表面”）在斷定地形年齡這一方面的特殊的、並且是極大的意義，我在上面曾經談過。最有價值的鋁礫床（鋁土礫），鐵礫床、鎳礫床、鈷礫床、錳礫床以及煤礫床，都形成於地形的一定的侵蝕階段，這就是地形的准平原化階段。

在氣候濕潤及土壤易于沖刷的條件下，形成了的鐵礫（表生的）<sup>①</sup>，鋁土礫以及錳礫的主要變種，雖然形成上述各種金屬礫的氣候情況可能不同：鐵礫及錳礫多生于濕潤的溫帶及熱帶氣候中，而鋁土礫則與熱帶與潮濕的亞熱帶氣候有關。第二個規律（這是與我們有直接關係的）是上述各種礫床的成礫作用都發生在一定的地貌範圍中，這就是准平原化的地區。這個條件所以重要是由于以下兩點：（1）地形愈接近准平原化的階段，其變化愈緩慢，在這裡，瓦·彭克所說的“朝向的變化（обновление экспозиции）”過程幾乎完全中止；在這些條件下，成土作用改變了在實質上相同的岩層，而形成風化的最終產物；（2）生成的風化產物因地表面的坡度小及地表水流與地下水流迂緩而堆積下來。這些地貌條件對所有上述風化壳中的礫床來說乃是共同的條件。鐵和錳自土壤溶液中析出較早，而鋁是在比較遲的階段中形成的，用Л. В. 普斯托瓦洛夫的很恰當的話來說，前者是初生子，而紅土（латерит）則是化學分異的子孫。

Н. М. 斯特拉霍夫發展了並且論證了風化鐵礫與地形演化的關係。在他的意見中也提到了與紅土風化壳有關的鋁礫。他說：

“學者常認為殘積層是形成於新侵蝕循環開始之前漫長的大陸階段的末期，也就是說，發生在那樣的時刻，在這時刻里很可能存在着准平原或具有近于准平

①“表生（гипергенные）的形成物——風化壳中的礫物堆積”（費爾斯曼“地球化學”第2卷，第102頁）



原的条件。譬如烏拉爾、哈薩克斯坦以及其他鄰近地區的中生代初期風化壳、德意志的漸新統以前的殘積礦、阿巴拉契亞山的上白堊紀與老第三紀的殘積礦等的年齡都相當於這種時期。所以，我們可以大致得出一個結論，就是所有的殘積礦都生成於過去的逐漸准平原化了的地形條件下，或者是在最後具有准平原地表面或具有近於准平原地表面的地區。實際說來，這是很容易了解的。形成厚層風化壳及其礦床，必須在殘積過程的產物能夠停留在原地而不立刻被沖刷的情況下才有可能。只是在這個時候，風化物才能由最初的鹼性階段進入酸性階段，而倍半氧化物就獲得一定的移動性，並能够在風化壳中重新分配，而形成地方性的集中現象，這種集中體有時具有工業上的價值。因為只有在剝蝕作用逐漸停滯、逐漸准平原化的地形條件下，才能具有這種使地球化學過程緩慢進行的穩定情況。所以殘積鐵礦都鄰近准平原地區”（第10頁）。

風化礦床的分布與准平原地形之間的這種關係，可以引證很多實例來說明。

A. Л. 楊申指出在烏拉爾、高加索與東西伯利亞一帶風化礦的分布規律。在這個廣大的地區中有40多個著名的鋁土礦礦床，它們位於古代構造低地或侵蝕低地中，礦床分布在低地的邊緣或在低地的外圍。低地中部，也就是最低的地方充填着中生代的沉積物，其中也有含煤岩系。A. B. 哈巴科夫描述過該地的准平原化的特徵。關於他的著作我曾在上面提到過。A. Д. 阿爾漢格爾斯基、B. M. 費道羅夫、H. И. 阿爾漢格爾斯基等也曾提到這個規律。H. И. 阿爾漢格爾斯基並且補充地說：所有的鋁土礦礦床都填滿了盆地；如果盆地的面積較大的話，那麼鋁土礦礦床只位於它的邊緣。有名的烏拉爾阿拉帕耶夫礦床的生成條件也是如此的。“所有其他的礦床（其中包括最大的礦床），均位於古老的上升地段的緩坡上。根據這點，我們這些野外工作者就把相當於古代低地的緩坡地區畫為礦區”（第589頁）<sup>①</sup>（圖56）。

B. П. 克羅托夫指出，在烏拉爾風化壳礦床與地貌條件之間有着同樣的相互關係。他所描繪的烏拉爾地面發展情況比A. B. 哈巴科夫等說的更複雜。所以對於兩種過程——地形的發展與風化壳的形成——之間的關係，理解得也比較複雜，不過基本概念是相同的。他曾

①見“鐵錳鋁礦石成因問題討論會彙報”，1937年。

在他所著的書中寫道（1945年，26頁）：

“可以确定，風化礦床是發生于因連續的大陸風化作用而形成的風化面上的”。

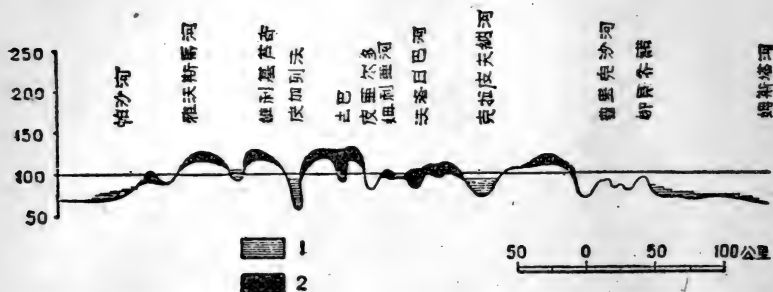


圖 56. 決定于自泥盆紀繼承來的地貌條件而形成的，列寧格勒地區的耐火粘土（1）與鋁土礦（2）的產狀（據沃爾科夫）

Б. П. 克羅托夫在一篇專著中分析了阿拉帕耶夫鐵礦床的成因并談到烏拉爾的大陸剝蝕階段的时间長短問題。山脈逐漸變為緩丘陵地，后者僅僅高于西西伯利亞低地。河流把烏拉爾山的細碎沖積物搬運到西西伯利亞低地。風化作用不間斷地進行着，而烏拉爾山地面的剝蝕作用與“朝向的變化”也趨于停滯。

“這樣的風化作用必然會招致下述的結果，烏拉爾的東坡在這個時期內（自中生代起——馬爾科夫）為較厚的風化殼所復蓋，它的遺跡在鐵礦床地區內的某些地方直到現在還保存得很好。”（1936年，第二卷，見第338頁）。

最大的錳礦床乃是淺海的沿岸帶的沉積，較易移動的錳化合物被陸地水搬運到這裡，最大的錳礦床與淺水底部地形間的關係非常密切。錳生成于一定的深度：在奇阿圖拉靠岸的海深底，傾斜比較平緩，沿着海底傾斜的方向而延展着約長10—12公里的錳礦床，而在傾斜較陡的波盧諾奇諾耶礦床（北部烏拉爾）——其長只有半公里。

“很顯然，當沉積着凝聚的錳膠體之時，波盧諾奇諾耶礦區的盆地底部下沉得比奇阿圖拉礦區厲害”（А. Г. 別傑赫金1946年，31頁）。“了解沉積物生成時的古地理情況是非常重要的，即使具有比較近似的當時的古地理概念也是好的，因為

我們必須了解，在質量上比較好的錳礦是位于盆地的岸綫一帶的，而勘查工作也是依据这个綫索而進行的”（同書，第32頁）（圖57）。

然而錳礦床与地形的关系不只表現于：錳沉積在淺海的陸緣。它們中間的更密切的关系在于：在陸地的准平原化地面進行風化作用的条件下而生成的錳化合物向淺海中搬运：

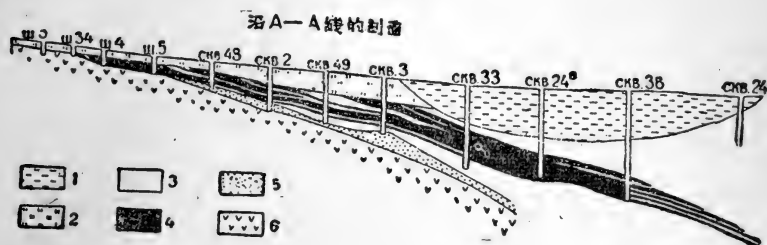


圖 57. 決定于地貌条件的烏拉尔波盧諾奇諾耶錳礦床的分布情形  
（据別傑赫金）

1—淤積層；2—浮土；3—蛋白土質的粘土；4—錳礦石；5—石英—海綠砂岩；  
6—輝岩閃岩的凝灰岩

“因为大部分的沉積物都是具有大量化学沉淀物質的粉砂堆積物，所以我們可以想象，在复盖着茂盛的植物的准平原化了的陸地上，必將進行着强而有力的化学的与生物化学的无机物質分解作用”（A. Г. 別傑赫金，1944，第9頁）。

錳礦層的生成条件与陸緣表面起伏之間的关系非常密切。在尼科波尔錳礦床中可以明顯地看到，錳礦層在低地的厚度达3—4公尺，及至較高的地方就逐漸尖滅（圖58）。在烏拉尔地方也具有与此相同的沉積錳礦產狀对于地形的嚴格的依存关系。在烏拉尔的东坡，这些礦床沿着老第三紀海（林加爾建）的一定的等深綫伸展 185 公里。

我認為这些問題是理論地貌学所應該最先研究的問題。

这些問題是恢复國民經濟計劃中的主要問題，同时也是理論地貌学的基本問題。关于地形發展階段的分析与形成地形的内外力相互作用的研究，我們已經在上面論述过了，不过只是从一般的理論立場而論述的。上面所述各点說明了这种分析在研究我國工業資源基礎时是有益处的，是必要的。有用礦物的成分，它們在地表面的分布特性，

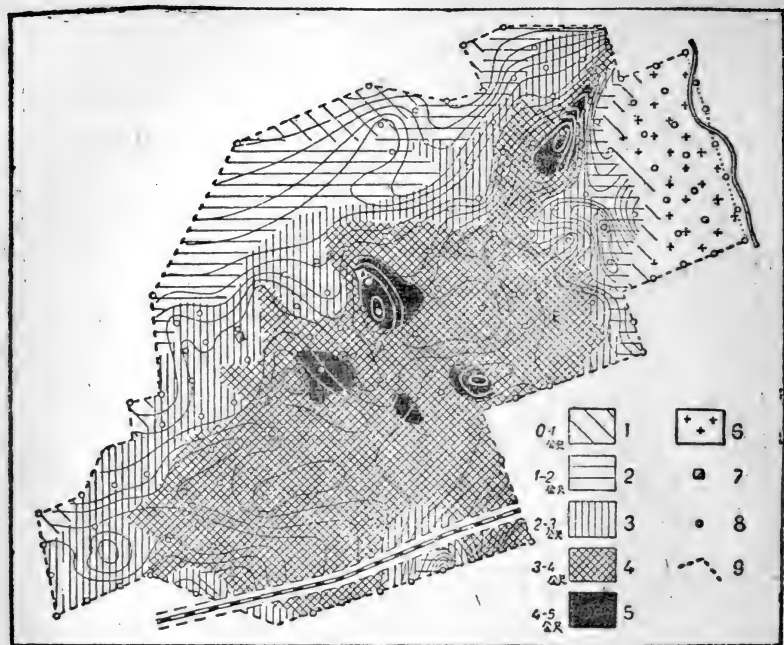


圖 58. 决定于地貌条件的尼科波尔錳礦床的分布情况  
(据別傑赫金)

1—5含錳層的厚度；6—結晶岩石；7—礦井；8—鑽井；9—含錳層已勘探部分的边界

又可以反過來在研究以上各種理論問題時，給我們以新理論的根據。

**地貌學與研究動力基地的關係** 我們的動力（及燃料）基地有：煤、石油、天然氣及河流的水力。它們的內容是各不相同的，因而，在研究它們的時候自然要應用完全不同的地貌學方法。總之，在研究我國工業的動力基地時，地貌學方法是很重要的，而且是必要的。

如我們所見到的，煤礦是與一定的地形有關係的，——這就是准平原化的地形。准平原化的地形易于形成沼澤，易使富含有機溶液的潛水停滯，易于生成富含有機質的瀉湖。

所以，無怪乎煤田及鋁土礦的礦床是互相關聯的，關於這點，我已經在前面順便讀到了。

Б. Л. 李契科夫曾經提到煤田形成與河流活動的關係，例如頓涅

茨煤田。

在烏拉尔,煤田位于低地地形中,这些低地主要是由海西造山期的向斜形成的(哥尔茨基)。巴沙罗維奇、布宁与圖日科夫曾以下面的詞句來描繪形成烏拉尔煤田之一的地貌条件(斯維尔德洛夫斯克地区的布拉帕什煤田)。

含鹽的沉積層形成一個帶,這個帶位于寬廣而平坦的盆地的北面最低部分。現代地形的標高為125—130公尺,而盆地周圍上升到190公尺的高度,所以說是平坦的地形。現在盆地中還有大沼澤與緩慢流動的河水,好象在重演古代煤炭堆積的情況。窪地為成分不同的(自礫岩至煤)中生代大陸沉積層所填充,分為含鹽的與不含鹽的兩種複合體。這些沉積層具有不同的相:山麓碎石、沖積錐、淤積層。湖積及沼積(煤)、所有這些沉積層都是烏拉尔中生代地形的相關沉積。它們記載着中生代窪地與河谷的位置,這些位置大抵與今日的位置相一致。如果不研究烏拉尔古老的中生代窪地的沉積層複合體,要想研究烏拉尔的地形發展是不可能的。

在列寧格勒地區俄羅斯平原古老的准平原地形中,煤與鋁土礦的產狀關係異常顯著。齊赫文地區的紅土(鋁土礦位于被侵蝕的上泥盆紀地面上及下石炭紀的底層(見圖56))。

“依照地形的高低分為兩種相:湖沼的及地面-大陸的。前者發育在上泥盆紀地形的最深的陷落地中。它是夾薄煤的粘土和帶鐵結核的粘土……。所有勘察紅土的人在這裡是得不到結果的。地面-大陸相……主要發育在上泥盆紀地形中的較高部分,其高度通常為90公尺以上,這種相幾乎全為紅土所構成……(沃爾科夫,第567頁)。

這樣說來,煤是堆積在上泥盆紀地形的非常平坦的低地中,鋁土礦是生成于上泥盆紀地形的非常平坦的較高地段,這種起伏的形狀到現在還保存着。根據煤的相的分布情況與鋁土礦的相的分布情況我們可以說,現代地形,——繼承着上泥盆紀的地形——可以解決一般的與重要的理論問題。而從另一方面來說,解決這些問題也是地質勘探工作者所注意的。

石油礦床的分布對地形的(大範圍的或小範圍的)依存關係,這是我們都曉得的。

根據 И. М. 古勃金的意見,地形的大的——一般的——特點決定

着“石油礦床的分布規律”。古勃金是这样說的：

“如果我們在地圖上記上所有的石油礦床，并且研究一下它們與地表的基本地勢單元存在怎樣的關係，我們就可以確信，它們是與地勢必然有着這樣或那樣的關係。首先我們可以看到，在山系的中部是沒有石油礦床與石油的地面特征的……其次我們可以看到，石油礦床多分布于山脈的邊緣地區並且在其低處，在具有次生的異常弱化的褶皺地區，此外，有很多的礦床位于山區中間的地槽帶。  
(第208頁)

石油（與天然氣）分布的“小規律”在于它與穹窿狀構造的關係。這種形態分布極廣（占美國石油礦床的65%），並且它們反映在地形上。石油與天然氣因為質量較輕，集中在穹窿的上部，在它的下面是水。在這種穹窿的組成中如果含有鹽類，則其在地形上的表現更為明顯，因為鹽是易于移動的，並且向地表方向擠壓（鹽丘）。在恩巴石油區散布着很多這樣的穹窿。依照И. О. 布羅茲的說法，西部烏拉爾附近地區的石灰岩構造是“特殊的收集槽，在石灰岩穹窿上部的水面上聚集着石油與天然氣”（第71頁）。

C. C. 庫茲涅佐夫及 T. B. 茲望科娃曾在理論上指出地形與石油，天然氣分布的細微而重要的關係（圖59）。

水文學——這是附屬於地貌學理論中的一個特殊部門。因此，在文藝復興時期才開始產生了河流均衡剖面的學說。關於這點我已經在本書的緒論部分中談到。大力興建水電站，開鑿運河、改善河道的時期要求大力研究河流地貌作用的理論，而關於河流水文學的經典著作也是由於研究水利工程時的理論基礎的需要發展起來的。

蘇聯關於河流的科學也經歷過這樣的時期。大規模的水電站的建設需要把理論綜合起來。最詳盡的研究現代的地形與河谷歷史都與水利工程機關的任務有關係。對河流地貌過程進行的更深的理論分析（如薩瓦林斯基、尼古拉耶夫、哥列茨基等）也是基於這樣一個原因。

С. П. 薩瓦林斯基在他所著的簡明的論文中，曾以伏爾加河為例，說明地貌學理論與水利工程間的關係，他說：

“在伏爾加河上建設許多攔水工程和互相連貫的水庫，這就破壞了河流的天然狀況，並且使它發生根本的變化。河流的傾斜與其活力集中於一定的水力樞紐中。河流對兩岸的沖刷與河底的自然作用，以及沉積搬運物的自然作用，也就是說，形成地貌的強大地質因素因堤壩的建設而中止。因為地表面的定型與做為地區侵

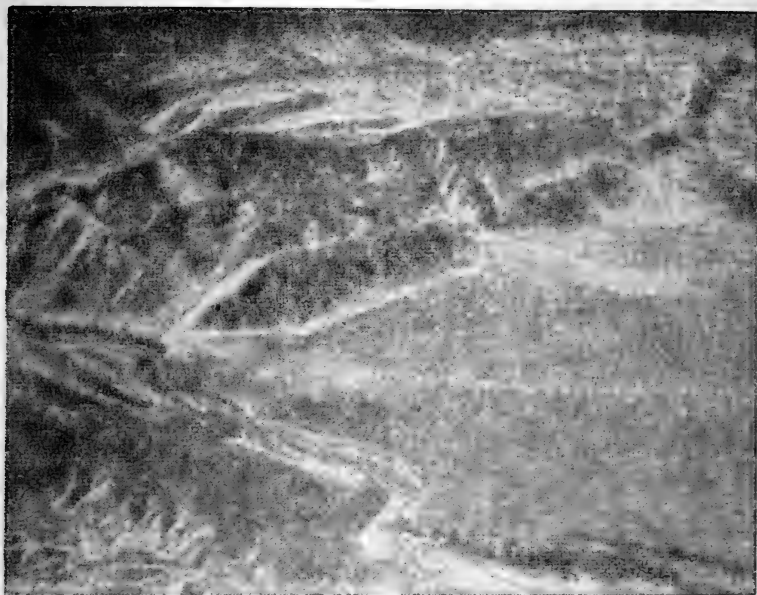


圖 59. 費爾干納石油構造的地貌特点。顯露的石油構造  
(据 T. B. 茲望科娃) 航空攝影

蝕基準的河流的關係不僅表現在狹窄的沿岸地帶，並且更深地影響到整個流域。所以可以理解，在這種情況下，工程對於自然力的干涉必能影響到地質作用的方向，尤其是陸地地表形成的方向”（第40頁）。

古比雪夫的堤壩的跌水達30公尺高。在平原的條件下，象這樣的地方侵蝕基準的上升高度實在是具有地質規模的了。

很顯然，大伏爾加河的問題，即使其中水力工程的部分問題，都需要很清楚地了解河流地貌過程的基本規律，其中如河流侵蝕基準的變化對於其侵蝕作用的影響，貝爾定律在河流右岸沖刷作用中的影響（不言而喻，這種影響在水庫地區是會中止的）等等。

上面（第三篇）我曾提到 Г. И. 哥列茨基的著作對於侵蝕作用理論的意義。在這篇論述楚索瓦雅河的論文中，他分析了這些問題。譬如：河流侵蝕過程中主要基準與地方基準的作用，年青構造運動對於侵蝕作用的影響，地方的及週期的階地等等。所有這些問題都是為了解決水力工程的任務而被 Г. И. 哥列茨基“提出來”的。



1945年，Г. И. 哥列茨基在其博士学位論文中解决了濱卡馬河区中部的下列地貌問題（圖60）：

（1）重建了古老的剝蝕-大地構造凹地，在这个凹地中曾發育过新第三紀及第四紀的普拉卡馬河床。

（2）詳尽地从礦物学与河漫灘相。

（3）研究了在剝蝕-大地構造凹地中，堆積層的生成条件。

（4）重構了这个盆地中湖沼及河流歷史。

（5）研究了升降运动在現代地形中的作用，这些运动的年齡，它們的局部化与幅度，“萌芽期的褶皺作用”的形态，鹽構造的影响等。

（6）研究了古代（再度加深了的）河床与河流階地的形态把它作为重構河道系統的方法。

这些研究是根据广泛的材料分析而精确地加以論証，并根据地勢資料加以整理的。

它們迫使我們同时提出很多的理論地貌学的問題，从作者面臨的实际任务說來，这些問題是必須解决的。

由此說來，闡明地貌学的基本問題乃是研究我國水力資源的必要方法之一，它在推动这个主要國民經濟任务中起着極大的作用。

**地貌学与農業進一步合理化的关系** 由于所謂土壤侵蝕作用的綜合过程破坏了土被，并且使土壤貧瘠化，俄羅斯的農業受到了很大的損害。美國的農業也有与此相同的情形。据估計，每年美國土壤中所損失的有用物質其数量为美國每年所施肥料總額的60倍。

在革命以前的关于冲溝的俄文文献中載有很多关于土壤因侵蝕作用而貧瘠的例子，尤其是因冲溝增長而貧瘠的例子。

以農業集体化为基礎的苏联農業全面改造，引起了農業方面的根改变。進入了土壤-地貌科学向陸地侵蝕現象作斗争的时代。

土壤侵蝕活动起了很大的破坏作用，防止土壤侵蝕方面的專家常把它分为两个階段：耕作以前的“正常”侵蝕階段及現代的土壤侵蝕加速階段。將森林土壤与植被已破坏的土壤的侵蝕速度比較之后，我們可以明顯地看出來，在所述情況下，侵蝕速度增大到200—500倍（潘科夫）。每年冲溝約擴充冲溝地總面積的（共达90,000公頃）2%。面



狀侵蝕（或者不如說——剝蝕面）的作用更大。僅在每年融雪期內被冲刷的土壤就有260,000,000噸之多。由于土壤侵蝕的結果，每年損失了大量寶貴的礦物質，在我國，每年要損失掉5,000,000噸以上的鉀，250,000噸以上的磷（ $P_2O_5$ ），750,000噸的氮，也就是說，這些物質的數量要比投入土壤中的肥料還多（C. C. 索鮑列夫，1940年）。

1950年我國制訂了恢復并發展國民經濟的五年計划法案，在這個法案中規定：要在土壤中投入5,100,000噸的礦質肥料。我們可以看到，這個數字是比損失掉的礦物質總量要少的。

近几年來我們的土壤—地貌科學就針對這樣一種規模的破壞作用進行斗争。

我們所應該採用的斗争措施，需要廣泛地利用地貌學的理論。

首先要繪制土壤侵蝕現象圖，這主要是從三方面入手：（1）溝谷網的密度，（2）溝谷網的深度，及（3）谷坡的傾角（C. C. 索鮑列夫）。還在1912年的時候，科學地拟定有關防止土壤侵蝕措施的創始人——A. C. 科茲緬科，作了一次繪制地貌圖的首次嘗試。從理論內容來說，A. C. 科茲緬科所繪的圖要比當時國外的地貌圖更有價值。但可惜的是，那些對繪制地貌圖的方法感到興趣的人完全不知道科茲緬科的地貌圖。

某種土壤侵蝕因素的作用必須依據土壤侵蝕現象圖來研究。在侵蝕作用的速度方面，象坡面的緩急及其形態等問題是非常重要的。如所周知，坡面的形態乃是確定各地地貌發展一般趨勢的標志（瓦·彭克）。研究土壤—侵蝕現象的C. C. 索鮑列夫也在研究這些問題。

其次，蘇聯歐洲部分侵蝕割切深度所以不同的原因也是很重要的問題。較深的河谷與拗溝地段時常有大的階地，而階地的存在“折斷”了面狀冲刷，減緩了土壤的侵蝕作用。所以，研究哪些因素引起深河谷與深拗溝的產生，哪些因素引起淺河谷與淺拗溝的產生，決不是不重要的。C. C. 索鮑列夫認為，侵蝕割切的深度就是造陸隆起幅度的直接反映，他說：“侵蝕深度圖同時也是一幅表示在水系形成後大陸位移總量的等高圖”（1936年102頁）。

依照索鮑列夫的意見，頓巴斯在現代水系生成後約升高175公尺。

而中部的德聶伯附近地区——約升高 200 公尺。

此外还須要注意一点，就是要更好地了解土壤侵蝕作用，必須經常地在大自然及實驗室中研究。B. B. 古薩克就是在多次的實驗室研究之后，發表了关于河流縱剖面形成的見解的。

河流水文学者对于土壤-地貌研究工作的开展也感到兴趣。关于我國河流的固体逕流，虽然还没有很精确地研究清楚。但是毫无疑問，在很大程度上这与土壤侵蝕作用的“加速”有关。土壤侵蝕的加速必然引起通航河道的阻塞与航行的困难。土壤侵蝕对于水庫的淤積尤其有很大的影响(B. B. 波略科夫)。大家知道，在上一个五年計劃中修建的水庫，淤積得非常快。譬如，頓巴斯地方的什帖尔罗夫水庫在五年內差不多淤塞了85%的容積，而达格斯坦的阿克苏水庫在三年以內几乎完全淤塞了。

所以，水文学者就注意到土壤-地貌学問題的解决，而地貌学者与水文学者的互相配合乃是成功地研究整个水流侵蝕作用的必要的先决条件，关于这点我在上面曾一再的提到过。总之，土壤侵蝕的研究迫使我们必須充分地研究面狀侵蝕过程或是水剝蝕过程。戴維斯对于后者有些忽視，他过分地注意綫狀侵蝕。至于瓦·彭克，他在评价剝蝕在外力过程总平衡中的巨大作用的問題上是有功績的。但是他的結論充滿了虛構意測的性質。而土壤侵蝕的研究工作是以广泛的材料，尤其是經常的及實驗的材料为依据的。現在我們已經有事实的根据可以广泛地綜合面侵蝕的規律及其总的效果。而古典的地貌学者是沒有这些材料的。所以我們現在可以用数量來表示大陸的剝蝕速度，这比彭克的方法要更加精确。在苏联文献中可以看到这些嘗試的作品(B. B. 波略科夫、A. B. 沃林)。他們所提出的一般的剝蝕速度要較地貌学典籍中所提出來的数字小，并且新的数字比以前的数字更精确(見第四篇第三章)。

这样广泛的普通地貌学及应用地貌学の問題是由现实生活所提出來的，也是研究土壤侵蝕作用及保持我國土壤肥沃度的要求浪潮所提出來的。

**地貌学与苏联制圖工作方面的关系** 這個問題在我所提的四个問

題中是唯一沒有記載在恢復并發展蘇聯國民經濟的五年計劃中的問題。但是，由於制圖工作在蘇聯是一項非常重大的國民經濟任務，所以我們在這裡不能提到它。因為要想順利地完成這項任務，不藉助於地貌學的知識是不可能的。

所以，這裡也力求論述一些地貌理論與制圖學的实际及理論之間的密切而不可分割的關係。在這一方面，理論地貌學的任務在於繪制蘇聯地區的地形成因分區圖，它可以作為蘇聯自然地理圖的基礎，首先是大範圍地區的小比例尺地圖的基礎。如果估計到蘇聯制圖工作的規模，就可以知道這個任務是非常迫切的。截至1939年的時候，制圖工作的總量較革命前增加到12倍。在第一次世界大戰之前俄國所出版的地理圖不滿50,000,000幅，而在1939年按計劃出版了636,000,000幅。在偉大衛國戰爭的時期，地圖的出版數量異常增加。如所周知，在地圖上描繪地形乃是大、小比例尺圖的基本要素之一。為小比例尺的一覽圖建立理論地貌學的基礎是很重要的。如大家所知道的，我們已經完成了世界上規模最大的制圖工作，這就是180張百萬分之一的蘇聯國家地圖。這項工作獲得了全蘇地理學會的最高獎勵。另外，我們還完成了，並且正在完成着其他一些制圖工作，其中值得特別提出的就是一百五十萬分之一的蘇聯歐洲部分分層設色圖。

在從事於這樣巨大的繪圖工作中，首先發生的問題就是簡化的問題。H. H. 巴朗斯基說得好：

“1. 由於研究的客體的規模龐大，地理學隨時（無論在制圖時或文字說明時）都不得不遇到縮小範圍，縮小比例尺，選擇基本的主要特征，進行概括——簡化等等問題，簡化總是站在制圖學及地理學的搖籃旁邊。

2. 比例尺愈小，描述得愈簡單，則簡化的問題與精選的問題也更加重要（第5頁）。

過去曾有學者企圖建立地形簡化的理論基礎，關於這點，Ю. Б. 費利波夫曾正確地指出。然而這些嘗試都只限於一些局部的問題，並且是從錯誤的先決條件之下出發的，他們認為地形簡化的任務只是找出一個統一的數量方法用來研究成因不同的地形類型。關於這種方法的誤

謬，我完全同意Ю. Б. 費利波夫的說法：

“在我看來，制圖學教程中所以沒有簡化理論的原因在於，制圖者力求以經驗來找出萬能的表現地表面外形的方法，也就是說，它們企圖機械地以同一的方案來對待不同質的各自特有其發生與發展原因的（或者不止一個原因）地勢形態。當然，如果不談改進描繪地形技術所需的基本方法，是不会有好的效果。這些經驗主義者的思想根源在於確信可以單憑幾何學的方法來表現地形”<sup>①</sup>。

“所以，唯一正確地解決任務的方法就是切切實實的熟習地貌學，地貌學的理論與制圖描繪法特性的研究結合起來就可以發現簡化的規律，而根據這些規律就可以得出簡化的準則”（第5頁）。

如所周知，有很多地理學者是朝着這個方向去做了。他們想把地理學與地貌學兩者和制圖學放在一起，並且想利用地理學的成就來順利地發展繪制蘇聯領域的制圖工作。在這方面 A. A. 鮑爾佐夫所做的工作要比別人多些。他的工作成績表現在培養出精通地理學理論，尤其是地貌學理論的制圖幹部。這樣方式培養出來的地理—制圖學者完成了如此巨大而卓越的制圖工作——如一百五十萬分之一的蘇聯歐洲部分的分層設色圖，（T. H. 貢賓）。自然，所有這些是卓越的，而且是原則性的成功。然而，Ю. Б. 費利波夫曾於1946年完全正確地宣稱：目前在我國還沒有地形簡化的理論，並且，只有應用地貌學的成就才有可能得出這個理論。

實際說來，我們現在的情況好象回復到60多年以前（1889年），A. A. 契洛所繪制的60俄里比1英寸的著名俄國分層設色圖出版時的样子了。那時也是祖國制圖學獲得巨大成功的時候。當時也有學者指出，俄國的制圖理論還沒有相應的、成因方面的地貌學根據。在1903年俄羅斯地理學會的會議上，也曾有人發出這樣的責難。著名的地貌學者、分層設色圖的專家與愛好者 C. H. 尼基京曾經發言評論契洛所繪的地圖。他所說的話我已經在本書緒論部分介紹過了。契洛所繪的圖並沒有考慮到：俄羅斯平原的地形是具有由其形成方式與形成歷史所決定的有規律的外貌。而且，各個地域在地形成因上的差異都表現

①着重點是我加的——馬爾科夫。

在地表形态上，然而它們却很不完善地、甚至于歪曲地被契洛用地形分層設色法表达出來。結果，客觀而精確（在可能範圍內）的、表示地形的方**法**所得出的却是被歪曲的地形圖。在這個圖上“漏掉”了俄羅斯歐洲部分北部的冰川景觀特征、南部的侵蝕景觀特征，以及伏尔加河附近高地的特征等等。所有這几点都已為 C. H. 尼基京所指出。值得注意的是，現代的地貌學并不是都能夠有正確的方法來解決地形簡化的理論問題的。譬如在 Г. Д. 李赫捷爾指導下所繪制的蘇聯歐洲部分地貌圖就是這個樣子。對於這個圖的繪制法的意見我在1940年的時候就已經發表了。現在再就必要限度重復地在這裡談一談。

用繪圖指導者的話來說，“這幅圖的主旨在於：指出成因不同的地形類型的分布及其形态的個別特征，予讀者以明顯的概念”（Г. Д. 李赫捷爾，237 頁）。但是，他們用來划分地形成因類型的基本原則却是幾何學的原則（Ю. В. 費利波夫）：地表面割切的深度与特征。從本質上說來，這個方法是和契洛的繪圖法一樣的，只是從水平的分割變成了割切的深度。所以凡是对契洛所提的原則性的批評，同樣的可以用來批評 Г. Д. 李赫捷爾。實際上這是很顯然的，在圖中所划分的地形類型（классы）并不是按照成因，而是按照形态。這些地形類型是这样的：I. 平坦而未割切或微割切的平原，II. 淺割切的平原，III. 深割切的平原与高地，IV. 低山，V. 中山，VI. 高山。

我們可以看到，雖然他們自己說要划分出地形的成因類型，但是并未划分出來。實際上，這種圖是不可能成為別樣的圖的。因為用來划分地形類型的标志是割切深度，于是把同一成因的地形類型可能划為不相同的類型，而成因不同的地形類型又可能划為同一類型。譬如，我們可以在冰磧丘陵地形及冲溝地形中見到。相對高度一樣的地形，也就是說，割切深度一樣的地形。

不足為奇的是：在圖中漏掉了蘇聯歐洲部分地貌的某些基本特点，而划出了一些次要的特点。譬如，和契洛的圖一樣，這個圖上沒有划出冰磧地形与侵蝕地形間的界綫。

我曾經提出過另外一種地貌分區的原則，它應該做為地形簡化的基礎。Ю. В. 費利波夫就完全採用了這個原則。在我的指導之下繪制



了五百万分之一的苏联地貌分区圖。在这个圖中划分了地貌省（провинция）、地区（область）与区（район）。并且，所有这些地域單位都是依照成因的原則而区划的。其中較小的單位与一定的地形类型相适合，較大的單位（区）則是由于在發展方面具有共同性而被統一起來的地形类型的联合体。譬如，高均夷面的联合体、高山地形的联合体、山前淤積平原的联合体，組成中亞山区或南西伯利亞山区。地形的类型——这是純粹的成因的概念。它是在地形成因上具有一定的共同点的、因而在地表面的形态特征方面也具有共同点的地域。如果我們采用这种地貌分区原則，就不致發生那些導致象契洛及李赫捷尔地貌圖上歪曲地表現地形的、原則性的錯誤。

自然，这样表現出來的地形还只是总的及質的表現地形。为了弥补第一个缺点，必須在比例尺的許可範圍內，在地形类型的彩色底色之上以不同的符号区分出个别特殊的形态。为了在地形的質的特点之上补充（只能如此！）量的特点，必須在地形类型的彩色底色之上以特別的方法（綫条）表示量的特点（主要是深度、割切密度及斜坡的傾角等）。

所以，已經發表的一百五十万分之一的地貌分区圖只是我們所理想的（可惜的是还未完成）工作——地貌分区——的第一个階段。剩下还有兩個階段——补充地形的个别形态与量的特点，這兩個階段完成以后地貌分区圖就可以成为地貌圖了（依照我的理解是这样說）。过去我們的制圖工作就是在这个方向下進行的，它的效果是好的，但是被战争所中断了，后来沒有恢复。

所以，我和 Ю. В. 費利波夫一致認為：地形簡化的理論基礎的獲致办法已經被学者拟定出來了这就是：依照成因的原則定出苏联領土的地貌分区網。

然而我們不能忘記，为了解决这个地貌学的任务，必須研究地形的成因分类，而为了研究这种分类，又必須首先深入而正確地了解理論地貌学的一般原理。关于这点我在本書第三章中已經順便談到了。这样的分类必須考慮到地壳的升降运动与外力因素作用之間的相互关系以及因此而產生的不同的地貌結果。割切—大地構造地形、構造地形

以及堆積地形类型反映着上述因素的基本配合。自然，上述的地形类型在苏联領土上占有广大的面積。

以上各点意見不編制苏联地貌分区圖时大致都考慮到了，然而自該圖完成之日起到現在已經八年了，我的意見不能不有一些改变。在我看來，这套圖在目前是需要稍加修改的，不过这些修正並沒有重大的原則上的意义。

---

在本章結束之时，我还应特別指出一点，就是國民經濟發展的一些基本部門不僅关心地貌学的实际应用，而且也注意到精深的理論地貌学的概括研究工作。而地貌学在苏联的特殊地位也在于此。因此，以“地貌学基本問題”为名的本書，不能不提到這個問題。

---

## 第六篇 結 束 語

只有現在我們對地貌學已作了一定的研究後，才能對國外的地貌學理論作一番總的評價。

最後，我們能夠批判地探討地貌學上遺留下來的理論遺產和總結我們自己的概念。

理論地貌學的遺產可劃分為兩個地貌學觀念：戴維斯的地理（地貌）循環學說和彭克的山前梯地學說。至於其他著名的地貌學人物和許許多多的普通地貌學的論著，我們就不必再受它們的迷惑了。除掉著者方才談及的兩人的著作外，其他著作中，沒有一篇論著，能將地貌學的观点作一番新穎的、全面而有系統的縷述。在這方面，外國地貌學者的論著可以劃分為四個集團。美國的地貌學者遵循着戴維斯的道路。即使有不同的看法，也只是折衷的。他們只是在戴維斯的地貌循環學說內，“摻上”一些與地貌學無直接關係的材料而已。也有些非美國人走着美國人的道路，例如，新西蘭人科頓（H. Cotton）。

彭克擁有許多信徒，但是能真正發展他的觀念的理論著作，卻沒有。這些著作將來是否會出現，頗堪懷疑，因為自這個學派的首腦逝世以來，匆匆已有二十五年了。

第三個集團的論著具有批評的性質。這些論著大都於二十世紀二十年代發表。這就是指德人帕薩爾格（S. Passarge）和赫特納的著作。他們肆意攻擊戴維斯學說。這些著作在地貌學上未能成為一個派別。他們抱定了一個消極的任務。帕薩爾格曾力圖創造些建設性的理論，但卻暴露了他是多么地缺乏思想性。

最後，第四種“派別”，可說是折衷派，屬於這一派的，有各色人物，尤以馬東最為顯著。毛爾（O. Maull）則遠較遜色，他的著作（1938年發表）華而不實，幾乎沒有理論上的價值。阿·彭克是一位卓越的地貌學家，他給後人留下了一分豐富的科學遺產，但也沒有創立

一个公認的地貌学理論。

能在地貌学这門科学的理論里留下深刻踪跡者只有兩人，即戴維斯和瓦·彭克。

可是，这些“純然的”地貌学家的成就，是依靠无数其他地質学家与地貌学家的巨大勞績的，他們的名字在前面已經屢次提到过。这里只要提一下休斯，也就足以說明这一点。

**戴維斯的学說** 戴維斯的学說在苏联地貌学里留下了最深刻的印象。它的原理，广为人知。促成这一点的，首先是他的学說有接近客觀事物真理的优点；其次是他的講授天才，深入浅出，容易了解；最后，还有他不嫌其繁，把学說的基本原理，一而再再而三地加以闡明。他的学說形成于十九世紀末二十世紀初，以后几乎一直沒有变动过。

戴維斯学說有几个很大的优点，我要首先談談他的优点。

戴維斯学說的主要优点，在于他的研究方法。这种方法称为演進法，也可称为动态法。这种方法在于：戴維斯認為只有在發展的过程中，才能認識地球表面的形狀。对自然現象的分析抱这样一种态度是具有原則性意义的，这一点对于苏联讀者說來，就沒有必要去証实它了。这种方法戴維斯称为地表的解釋描述。即：每个研究者于積累实地考察所得材料后，即应設法解釋它們。換句話說，消除了准备工作（收集材料）和总结工作（綜合材料）这两个階段間的極端不協調現象。这种不協調現象，过去和現在都常常在科学界中造成一种情况：就是只会机械地搜集大批实际材料，而不会运用它們綜合出一些理論來。戴維斯的研究方法远較一般为先進，故受到許多先進学者的拥护。本來戴維斯也曾建議將这种方法推广到其他地理現象的研究上去。近年來苏联某些地理学者又將它作为一个新的問題，重新提出。

戴維斯的研究方法具体地表现在他的地理循环学說上。他指出：只有在發展的过程中才能認識地形。

戴維斯学說是在达尔文進化論和萊依尔学說的影响下構成的。戴維斯是十九世紀下半叶最先進的学者之一。当时的具体情况也恰好需要采用戴維斯的那种方法，美國的地貌学就是在这种情况下發展起來

的。这种情况著者在本書的緒言中已曾談及。当时美國西部逐漸開發，亟需快速地、科学地調查西部的財富。因此，新的調查方法必然受到欢迎。地貌学的方法也就是这种新方法。并且在美國西部半荒漠地区运用时，獲得極大的效果，因为那里的地質構造很明顯地“透露”在地面上<sup>①</sup>。美國西部的開發，迫切渴望所搜集的材料能有迅速的綜合，这种要求推动了地貌学者去从事这项工作。这一切条件的匯合，促成了戴維斯的“地形的解釋描述”的產生。

因此，戴維斯在科学史上并不是一个偶然的人物。他的宇宙觀，無論是在十九世紀下半叶美國的經濟發展上，或是在同时期科学界的進步思想上都有着牢固的根源。

从前苏联人和欧美人都沒有用这种观点來評價戴維斯，所以我認為有必要着重地提出來。

現在來研究一下地理循环学說的基本特征。

地理循环学說的优点，在于这学說对地形發育的比較多种多样的因素，都作了考慮。主要因素有三个：营力、階段（年齡）、構造。因此，地理循环学說有比較廣闊的基礎。这三个因素中，戴維斯認為营力是主要的，从下述事实可以証实这一点，即戴維斯划分各种地理循环时是以占优势的营力为依据的。

根据这一点，他区分出若干个地形發育循环：侵蝕循环、荒漠循环、冰川循环、海蝕循环。这里也反映出戴維斯分析地形發育的門徑是多么廣闊。

上述各点都是戴維斯地理学派的有科学价值的优点。无可置疑，促使有这项成就的，还有戴維斯的寫作与演講天才。值得指出，他还会描繪清晰的地形圖表。他的著作中全部的插圖，都是他親自繪成的。講課时，他把这些插圖画在黑板上。他和他的夥伴們一起創造了一种清晰的描繪地形的方——塊狀圖法。这种方法是地形和地質構

<sup>①</sup>苏联也有类似的情况，当然就目的和規模來說，和当时有根本的區別，正因为如此，地貌調查方法不得不在苏联得到了發展，并且也应该得到發展。何況現代的調查者还能采用更新的方法，例如，航空攝影，这种方法美國地貌学的創始人于十九世紀下半葉是不可能擁有的。

造的綜合，因而使人对于地形的成因有一个明晰的概念。这一切都非常符合于十九世紀末美國學派的要求。

戴維斯的研究方法能促使人們多加思索。赫特納提及戴維斯在某次科學討論會上熱烈爭論的情形，戴維斯說：到暗室去“思索，思索，再思索”，这对于地貌學者是有幫助的。戴維斯本人寫道：“我要給青年學生們一個舊的忠告：“去而視”應改為“視而思”（1924，31頁）。

对于履行这个忠告，戴維斯以身作責，作了人們的榜样。直到，暮年，他始終是一位孜孜不倦的旅行家和野外工作者，而不是一個學究。

因此，我們認為德國地貌學者于攻击地理循环學說时所采取的态度，是非常惡劣的。戴維斯的反对者的論調是很腐迂和玄妙的，他們荒謬地把戴維斯的方法——“歸納”法（正确的）和“演繹”法（不正确的）——对立起來。不論何人，只要对科學創造并不太陌生的話，一看就知那样的对立是荒謬之至的。收集材料和綜合材料是相互为用的过程，“演繹”和“歸納”是互有联系的。当然，对戴維斯說來，也不能例外。他旅行过，調查过，綜合过，“观察并思索”过。

这就是必須提出的戴維斯學說的主要优点。还有許多枝節問題，前面已經談过，这里就不談了。現在必須指出戴維斯學說的缺点。这些缺点主要在于：（1）和構造地質學脫离；（2）把地理循环的概念看作是封閉的循环过程；（3）把各种地理循环的概念看作是彼此隔离的过程。还必須強調指出（4）缺乏修正原有概念的企圖和（5）只顧到講授的方便，有一种將复雜的現象过分簡化的趨勢。

戴維斯學說的这些缺点，必須加以較詳細的敘述。地質構造是地理循环的主要環節之一。然而戴維斯在他的學說中，卻把地質構造看作是靜止的，看作是承受外力作用的物質。戴維斯对于大地構造的發展，缺乏分析能力。另一方面，他把地壳上升看作是孤立的，和大地構造好象是沒有联系的。因而，这样的上升概念，不但是抽象的，并且是模糊的。加之，他既然把地質構造看作是靜止的，那么在运用地壳上升來分析时，不免要陷入極端相反的境地。他把上升运动看作如

此的快，甚至把上升时的外力作用看作是不重要的，而不去把它考慮在內。因此，他的觀念中產生了这样的見解：地壳的振盪运动和剝蝕作用，在時間上是依次更替的，而不是同时進行和相互关連的。这种見解遭到了无数的駁斥。

当然人們很容易指責戴維斯脫离構造地質学。但是不要忘記，十九世紀末構造地質学的發展趋势很难使它和地貌学联系在一起。当然，我是指收縮学說而言，这个問題前面已詳加討論。現在只要指出这一点：当时，收縮学說只注重于地壳的水平运动，而事实上，地形是直接由地壳的垂直运动所造成的。必須指出，戴維斯曾反对休斯的这种觀念，并用各种地形証据，來論証在地球上可以發現大的垂直运动（地壳上升运动）的反映。

由此可見，戴維斯曾欲糾正收縮学說的缺点，但是憑他个人的力量，当然不能作出全面的糾正。我們沒有理由把当时國外的構造地質学的錯誤觀點，都归“罪”于戴維斯，然而地理循环学說脫离了構造地質学，畢竟为該学說的一个缺点。

第二个缺点在于戴維斯把地理循环看作是封閉的循环，随着現象的更替，地面上就重新產生以前的景象。地形自幼年經壯年而進入老年，周而复始，重复以前的發展階段和以前的地形景象。戴維斯之所以会有这样的錯誤，是由于他不会正确处理地形發展問題。这一点我已在前面詳加闡明。总的觀念不正确，就使其对各具体領域的地形發展觀念，也不正确。在前面我已用烏拉尔和高加索等地的地形發育作为例子，証實了这一点。从这些例子中可以得出如下的結論：地形是朝一个方向發展的，它的面貌經受变化之后，并不重复以前的面貌。

戴維斯学說的第三个缺点在于他把各个循环（侵蝕循环、干燥循环、冰川循环和海蝕循环）看作是彼此隔离而不是互相关联的。从这一观点中，可以看出他对地形發育缺乏联貫的思想。戴維斯所研究的問題，虽然淵博，但他不能找出其間的相互联系。因此，他对地形發展的最一般的趋向也模糊了，但地形实是一切循环活躍的舞台。

其次，必須指出，戴維斯学說很早就已停滯不發展，原封未动地繼續存在了几乎半个世紀。这个学說在十九世紀末獲得巨大勝利，这



是可以理解的。他對當時的地理學是有新的貢獻的。但戴維斯和他的信徒們一直固執重彈，毫不加以本質上的修正。戴維斯學說中，有很多原理，實質上是正確的，但就這樣地成了最一般化、最簡陋的條文，這些條文，由於經常不斷的使用，已成了死板的公式。

我已經指出過：甚至在最近的美國地貌學雜誌“地貌學報”中，敘述河流均衡剖面的概念，還是那麼呆板和簡陋。這樣的例子可以舉出許多。這就是戴維斯學說一般原理的特征。這個學說，已落后於現代科學水平好幾十年。現在它之所以尚被採用，是因為尚未出現一個能充分替代地理循環學說的地貌學觀念。

也有這種可能，戴維斯為了使他的學生聽眾易于吸收，故意將敘述簡化，簡化到膚淺呆板。若果真如此，則戴維斯的信徒們已在一定的程度上，成了他們的天才教授的犧牲品了。

**瓦·彭克的學說** 瓦·彭克是一位和戴維斯迥然不同的學者。可以這樣說，他們在地貌學中的作用儘管不同，但對他們的評價却是相等的。

瓦·彭克的著作的科學內容，顯然沒有戴維斯的豐富，但是他的名聲並不亞於戴維斯。人們醉心於彭克，無疑首先是由於他的觀點，有科學價值。加上他的獨特的閱歷，使人們更醉心於他了。

瓦·彭克作過許多工作，很早就逝世，過的是貧困日子，經常不住在他自己的祖國（德國）。他的科學活動是在伊斯坦堡、阿納托利亞區、夏威夷群島進行的。科學活動在安第斯山區進行得最多，在德國最少。在安第斯山工作時，他以地質學者和地形測量者的身份，登高達6,000公尺。彭克於三十五歲時就已逝世（1923年）。翌年，他的主要的但未完成的著作“形態分析”問世。這部著作予歐洲國家和蘇聯的地貌學者以莫大的影響。可以說，彭克自國外獲得了與眾不同的信仰。引證他的話，成為美好文章的標志，成了文章作者學識淵博的証據。往往有人援引得不正確，即表面上引證他的話，實際上並未閱讀或領會他的話。這些人卻以“形態分析”的文字艱澀難懂來為自己辯護。可是，這又是言過其實。瓦·彭克的文字尚未艱澀難懂到如此地步。瓦·彭克的傳記中寫道：他是地貌學上的哥白尼、而戴維斯只不

过是托勒密（阿·彭克說）。諾華克（Новак）把瓦·彭克評价为一个有天才的人。怀疑論者，則相反，強調文字的艰澀难懂而武断彭克的著作中并无深奥特出的科学思想。

老翁戴維斯（在瓦·彭克逝世十年后才逝世）曾粉飾其詞地說：“有些極簡單的原則，固然未必是不言而喻的真理……而另一些原則，是多么地艰澀难懂，其中有些原則是非常草率的，或甚至于是完全錯誤的，這兩者之間形成了鮮明的对照”（1932，第405頁）。后來，在最近一次的國際地質学大会中（第二次世界大战前不久在阿姆斯特丹召开），特別划出大部時間來討論艰澀难懂的瓦·彭克的科学遺產。

无关重要的撇开不提，現在來評价一下基本的和主要的，則我們就会找出瓦·彭克学說的最大的內在矛盾，从而不得不肯定这个學說有若干重大的缺点。

何謂“形态分析”？这不是一个偶然的名称，而是含有一定观念的标题。它的含义，就是用分析地面形态的方法来確定構造运动的性質。瓦·彭克喜欢把这个問題看作是地質学的問題，并使形态分析具有实用的意义（对地質学而言）。該書內有“物理地質学”一章，可是他的形态分析的范围，远較广闊。質言之，形态分析的目的，就是通过地面形态的分析來研究構造作用，他認為这是地貌学的基本問題。換言之，瓦·彭克担任了研究内外营力于地面各形态的形成过程中的相互作用的任务。

因而，我們應該把瓦·彭克看作是和戴維斯并駕齐驅的人物，全是普通地貌学理論的創始者。

形态分析的目的，用下述很簡明的公式可以更明确地表示出來，这个公式表示三个因素之間的函数关系：这三个因素是：（1）外力作用，（2）內力作用，（3）内外力作用的產物或概括地称为“形态本質”（морфологическая сущность）（第3頁）。

还可以簡述如下：瓦·彭克是以研究实地考察所能直接达到的（1）地面形状和（2）外力作用的方法来推溯構造运动。

这就是“形态分析”的目的，也就是理論地貌学的总的目的。

达到这个目的途徑（或者說，解决这个問題的方法）瓦·彭克

是这样理解的（下面就要講到）。戴維斯把地形發育的研究庸俗化起來，人为地把它划分为两个階段：地盤上升和隨着而來的对升起部分的剝蝕。不应把这两个作用看作是分裂的，而应看作是相互联系的。因为它们同时在大自然中消長，并不是在時間上各归各的。欲达到形态分析的目的，就不能应用过分長的階段來分析，而是应用尽可能短的階段來分析。分析小塊的上升和分析小規模的剝蝕，就能达到这个目的。

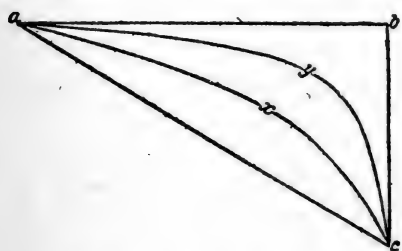


圖 61. 瓦·彭克觀念的曲線

这种方法，瓦·彭克称为微分法。他应用圖式（61）來說明这个方法的优点。

圖 61 中假說坐标  $ab$  和  $bc$  表示两个同时進行的、均匀的作用过程，例如，內营力使地面上升，外营力使地面削低；那么，直線  $ac$  就表示兩营力于整个过程中

任何階段，特別是最終階段的相互作用的結果。如在  $ab$  軸上註明地壳上升的数量，在  $bc$  軸上註明地壳削低的数量（搬运的結果），如兩種作用均匀地進行（即單位時間內速度不起变化），則地面高度于同一單位時間內的变化是相等的。所有表示地面高度之点（于任何一段時間內），必在直線  $ac$  上。上述均匀的地面發育的結果，地面上所有的斜坡將具有直線剖面。

但是，每段作用往往不是均匀地進行的，有时快些，有时慢些。那么，表示兩营力相互作用的綫，將成曲綫。并可能成为各式各样的曲綫（圖61的  $x, y$ ）。由于內外营力因素的發展的不均匀，我們推断它們的發育过程，不能僅僅是最終階段的發育过程，而是要推断尽可能多，尽可能短的階段（利用微分法）的發育过程。兩種营力如果發展不平衡，它們相互作用的結果，必將变化无常。地面斜坡的縱剖面將具有复雜的形狀（可以有各种形狀，如圖 61 的  $x, y$ ）。斜坡極少呈直綫形。一般都具有复雜的形狀。研究斜坡形狀，是追溯地面發育各个局部結果的途徑。

这就是微分法的内容。

分析斜坡形状就是研究地壳运动的实际方法。直线形斜坡证明上升运动和剝蝕作用均等，凹形斜坡证明剝蝕作用大于上升运动（地形向下發育）。凸形斜坡证明上升运动大于剝蝕作用（地形向上發育）。这种分析斜坡的方法过去也有苏联人介绍过，例如 B. A. 瓦尔桑諾費耶娃，故应为苏联讀者所熟知。但必須指出，瓦·彭克研究上升运动的方法，比戴維斯精細。論述的結果部分瓦·彭克的邏輯較為灵活。他認為地形發展不只有一种趋势（准平原），而是有許多可能的趋势。其中包括三个主要趋势（見上）。現在我們可以明了瓦·彭克是如何得到始类平原和終类平原的概念的（这两个不同的类平原类型，形态相似，但成因不同）。

灵活的分析使瓦·彭克避免了戴維斯所犯的錯誤。戴維斯把地面發育預訂为幼年—壯年—老年。

不言而喻，瓦·彭克的三項式圖式（見上）要求对剝蝕作用的研究抱慎密的态度。他描繪了一幅非常嚴整的各个部分相互联系的、剝蝕作用的圖画；并采用了新的概念：塊体准备<sup>①</sup>（подготовка масс）、塊体运动（движение масс）、塊体搬移（перенос масс）、重新顯露（обновление экспозиции）等。他不但認為綫狀侵蝕具有重大的意义，并如現代人士一样，認為面狀冲刷也同样具有重大意义。他確立了冲積物的机械組成和斜坡坡度之間的关系。的确，冲積物的概念，在他理解起來，还不过是顆粒質点的机械混合物。土壤和風化壳的概念，对他說來还是陌生的。

对地形年齡問題加以正确的解釋，是彭克假說的又一成就。在這問題上，他不贊同戴維斯的主觀看法，而是站在歷史地質学的立場上來研究。这一点在前面我已加以闡明并加以發展。他主張以研究相关沉積（коррелятныe отложения）的方法，作为研究地形年齡的客觀方法。他还認為这个方法是唯一的方法（这一点是不正确的）。他应

①依据 И. П. 格拉西莫夫院士對我們的解釋，塊体准备即緻密岩石通过分解作用变为冲刷作用之原料的过程——審訂者註。

用这个方法比起現在苏联研究者所采用的，远为簡陋。

最后，瓦·彭克的構造形态学的結論已屬於近代構造形态学观点的范畴。彭克是关于大褶皱及其在地表形态形成过程中的意义这一概念的创新人之一。

我已指出过，諸如此类的概念，曾广泛地傳布在近代的構造地質学界中。瓦·彭克認為花崗岩岩基的侵入地壳是使大褶皱上升的積極因素。这种概念繼續广泛地傳布着。正面地援引彭克的观点的文章，見于例如波尔康諾夫（А. А. Полканов）院士的某一最近著作中。

所有上述瓦·彭克的几个观点，都是他对理論地貌学的莫大貢獻，这个見解足以使我們把瓦·彭克看作为國外兩大地貌学观念之一的创新人。

可是，瓦·彭克的观点中存在着重大的缺点。

这些缺点，必須加以說明，以便对他的整个学說，獲得一个清醒的概念。

对瓦·彭克可以并且應該提出嚴厉的批評，批評他观点的狹窄、他的偏見和他对形成地面基本地形的錯誤解釋。

下面，依次說明他的三个缺点。

首先應該肯定，瓦·彭克的理論基礎比戴維斯的狹窄。戴維斯分析了好几个循环，而瓦·彭克只分析了一个侵蝕“循环”。戴維斯研究了海蝕循环、荒漠循环、冰川循环，而瓦·彭克只研究侵蝕-剝蝕作用。

假使瓦·彭克对戴維斯的全部地理“循环”作一番研究，并利用它們來解决基本問題（研究內外营力的相互作用），那么他的研究基礎將會多么的寬广！

但事实上并未如此，因此，正确的評價应是：戴維斯的观念較广泛，然而較膚淺；瓦·彭克的观念較深刻，然而較狹窄。

第二次世界大战初期，美國地理学者为了評比這兩位地貌学泰斗的观点，組織了一次討論会，会上提出了与此相同的意見。这次辯論会的經過情形我已在別的地方提及。

第二个缺点更嚴重。瓦·彭克創立了一个不切合实际的“山前梯地”

觀念。这个觀念曾被尊為地貌學法規，可是它的解釋太不令人滿意了。

照瓦·彭克的看法，上升着的地的一般地形圖式應是兩旁有階狀斜坡的山穹（大褶皺）。首先值得懷疑的是：那種圖式是否是山地面貌的典型圖式。這種圖式是否牽扯到他一定的理論見解？無論如何，在許多山區中，這種圖式顯然是不符合實際的（阿爾卑斯山脈及中亞細亞山脈都如此）。

可是，這個意見還只觸及山地的外貌。

除此以外，瓦·彭克對山前梯地的形成的解釋，也是錯誤的。他的看法，簡述如下。

山穹不斷上升並擴大（“幅度和上升階段的增加”，韋伯〔B. H. Be-6ep〕于阿萊山嶺等處觀察所得）。隨着上升的山穹的擴大，新的山前帶狀平地就愈來愈多。

我們設想，假使山穹的上升和擴大是均勻地，即不是飛躍式地進行的話，那麼，山穹上新產生的每條帶狀平地，于每一單位時間內，將有相同的寬度，和將上升到相同的高度（和原有高度相比）。我們如採用“微分”法（見前），並如採用無限小的一個時間階段來微分，那麼，“帶”的寬度和上升的相對高度，也將無限小。如將一定時間內的那樣的上升量加起來，山穹將有均勻下降的兩翼，由此可見，如果上升運動均勻地進行的話，便不會形成山前梯地。可是瓦·彭克却用完全令人不解的方法得出了另外一個結論：均勻的上升運動可形成山前梯地，他並斷言說（第131頁）：“我們第一個發現，斷斷續續的梯地的形成是由不斷的作用所造成的”。

可是，彭克的這個論點犯了邏輯上的錯誤。甚至最敬慕他的信徒，也不得不肯定這一點。

由此可見，瓦·彭克創立了一個抽象的“形態分析”的觀念。這種觀念無法應用到實際中去。他曾試用這種觀念去解釋某一種地形，企圖藉此得出一些規律，可是都失敗了。

剛才所談的瓦·彭克觀念的一般情況，不能認為已很完整。

在瓦·彭克的觀點體系內，還有第三個嚴重的邏輯上的錯誤，但

是，这个錯誤，从未被他的評述者所觉察。瓦·彭克处处認為大褶皺是構造-形态的基本結構，而認為断層在地形中，不起重要作用。可是从他的山前梯地觀念中，实际上可得出如下的推論：既然有梯地形成，就不能不承認前后上升的速度，有飛躍式的变化。我們不可能把这种飛躍式的变化解釋为撓曲（如果坡緩），又不能解釋为断層（如果坡陡）。但是，如果是那样的，那么山前梯地觀念使我們想到，山前梯地是被断層分裂的，是階梯性上升的結果，而这种看法是戴維斯所贊同，瓦·彭克所反对的。如果陸地分裂成几个地塊，并沿裂縫移动，則如何談得上微分法和微分上升运动！事实上，是微分地進行的。可是完全不是瓦·彭克所說的微分。

**作者的几个基本見解** 我們獲得如下的結論：國外的理論地貌学有兩個觀念。它們在当时都有部分的進步意义，可是都有重大的缺点。对这些缺点我們不能置若罔聞。必須直率地說，近代地貌学，还没有一个能令人滿意的觀念。

現在回顧一下苏联地貌学的情況。必須肯定，三十年來地貌学的一般理論是有進展的，并有顯著的成就。發表过許多关于地貌学的文章。在各研究所內有研究地貌学的部門，在高等学校里也有地貌学教研室。还有在各机关、各部門，都有許多地貌工作者在执行着生產的任务。兩本內容丰富的地貌学指導書籍已經出版。不能認為這兩本書只是教材而已，它們有更广闊的意义。苏联学者在理論上，創立了一个独立的系統。可是綜合性的巨著就較少，因而苏联許多地貌工作者，不得不謀求于戴維斯和瓦·彭克的著作，虽然这些著作早已不能适应今日的任务了。

从着手寫這本書起，我就以剛才提到的見解为方針。正如讀者所見，我并不墨守成規，而是按照个人独自拟制的程序，闡述了我自己的概念。

我里我要簡單地重复提一下我所遵循的基本要旨和本書的基本原理。

必須肯定地貌学中有下述兩種情況，因此必須把地貌学理論加以根本的改造。這兩種情況是：



(1) 地貌学脱离了它有关的自然科学部門；

(2) 地貌学中还没有一个目标集中的观念，还不能不犯戴維斯或瓦·彭克的方法上的錯誤，还不能將繁多的新旧現象与事实加以綜合。

針對这两种基本情况，著者編寫了本書。很顯然，由于許多客觀上的和主觀上的原因，本書中存在着許多缺点。第一类缺点中可以举出時間不充分的缺点，第二类缺点中有：按照在我看來是十分新穎的大綱，來綜合繁多的問題，是有困难的。

現在，依次談談上述的兩点理由，并着重指出，在本書中我是如何考慮的。

地貌学脱离了和它密切有关的自然科学部門，我是如何理解的呢？問題完全不在于地貌学沒有利用某个或某群事实。这样的疏漏和缺陷，現在和將來都是难免的，这固然是遺憾，但还未触及問題的本質。

使地貌学理論水平招致巨大損失的，是一貫地忽視有关的自然科学部門帶有原則性的輝煌成就，因此，它仍停滯在戴維斯或瓦·彭克的成規內。

和天文学脱离，就使地貌学的研究範圍受到人为的約制，只去研究地表小形态，并使地貌学不成为真正的地球表面形态学。很顯然，如果不考慮到星体运动（如地軸的移动、地球旋轉速度的变更等）的話，那么連小形态，也不会搞清楚（見第二篇）。

和地球物理学脱离，就使地貌学失掉了必需的理論基礎。地球物理学的問題，往往也是地貌学的問題，例如：陸地水准面和海洋水准面形成問題，大陸水平移动問題，整个造山运动問題（尤其是有关深处結構的問題），重力異常对地貌学的意义問題等等（第三篇）。

和地球化学脱离，就使地貌学者不能洞察造山运动同岩漿活动及放射性作用之間的关系，因而不能了解造山运动的實質。岩漿活动和放射性作用在今日对地貌学說來，具有莫大的意义。地球化学用研究冷縮岩基及其富集体的剝蝕階段的方法，为地貌学開闢了解决最重要的实际問題的道路。地球化学主要是苏联人創立的。創始人 В. И. 維

尔納茨基和 A. E. 費爾斯曼院士都是杰出的地理学家（第三篇和第四篇）。

和土壤学脱离，就使地貌学者失掉研究定形地形、研究風化壳及各种風化礦床的門徑。它們的分布和地形有密切关系。土壤学是俄罗斯的科学，土壤学泰斗道庫恰耶夫、涅烏斯特魯耶夫、波雷諾夫，过去和現在都教導我們，应相互关連地理解土壤演变和地形演变（第五篇和第六篇）。

和大地構造学脱离，是極大多数地貌学报告和地貌学書籍的最不可容忍的缺点。它們往往把收縮假說的旧观点，反复咀嚼。那些旧观点早已不为現代的大地構造学所承認，何况，收縮說与地面形态的形成，并无明确的关系（第三篇和第四篇）。

和水文学脱离，就使地貌学者只能“根据邏輯学的一般定理”去确立侵蝕規律和剝蝕規律。地貌学者不知道或不善于利用水文学的具体成就。他們也不善于联合水文学者來共同解决双方有关的問題。

根据各項具体理由，我指出了上述各門科学与解决地貌学基本問題的关系。

地貌学現在还繼續与上述各門科学脱离，这就使得它的内容仍限制在狹窄到不能容忍的範圍內。最主要的，是使它于分析主要問題时，失掉应有的深度和科学分析的根据。有时將某門科学的基礎擴大后，会使這門科学分裂，目标不能集中。

可是在現在的情况下，完全不是那么一回事。現在随着各門自然科学的發展，在各門自然科学之間就產生了愈來愈新的联系。人为的使地貌学从同它密切有关的自然科学部門中孤立起來，給地貌学帶來了多么巨大的損失！和各有关自然科学部門之間，必須設立密切的联系，使它們联貫起來。这样，地貌学才能接触到現代自然科学的最深奧的問題。

現在來談談第二問題，即本書的一般概念。

我所依据的原理也就是人人公認的地貌学原理，就是說：地面形态是內外营力相互作用的結果。可是要把这个原理看作是基本原理，就需要对它作一番目标集中的大力研究。

实际上，我們在地貌学中觀察到的是另一个样子。

戴維斯用作基礎的大地構造学觀念，是不能令人滿意的。戴維斯沒有掌握研究地形的歷史方法。沒有这种方法，內外营力的相互关系，就根本无法搞清楚。戴維斯把外力作用分成几个封閉循环來研究，不去找出它們彼此間的一般联系以及同內力作用的关系。他沒有把材料和概念加以組織，以求問題的解决。这种和目的相脫离的研究方法，是不可能找到所求的結果的。

瓦·彭克的学說也不能滿足一定的要求。首先，他所依靠的只是限于非常狹小的、和剝蝕-侵蝕作用有关的事实，並沒有收集为数众多的实际材料（海蝕“循环”、冰川“循环”），加以研究。这些材料的重要性不亞于剝蝕-侵蝕作用。其次，我們也看到瓦·彭克的学說里有好几个重大的邏輯上的錯誤。这些錯誤的存在，就永不可能使这学說的創始人和他的信徒，能將已开始的研究工作进行到底。

这样看來，目标虽已确立，可是为欲达到目标所費的力量，却組織得不得当。这种战略，永远不会得到滿意的結果。

为了更有效地达到預定的目标，首先必須具备下述两个前提。

（1）广泛地組織实际材料。要做到这一点，我們不但运用了侵蝕作用和剝蝕作用，并且运用了举凡与海洋活动、冰川活动、風化活动有关的作用。

（2）有目标地运用实际材料。要达到这个目的，必須重新考慮內外营力在地貌学上的本質。首先，我們要注意地球硬壳的垂直运动。現代大地構造学就認為地壳的垂直运动（升降运动）在構造作用中發生主要作用。这种情况就使我們便于解决問題，但是，对于那些参加于地形發育的岩石圈物質的运动过程，就必须加以十分詳細的縷述，因为它们們在地貌学报告中描述得不明确和不正确。

这种材料構成第二篇和第三篇的內容。第二篇探討那些在行星力影响下造成的地形。第三篇則探討那些“填滿”大陸和海盆底的、在通常所理解的大地構造运动影响下造成的地形。

对外力作用的說明，必須加以澈底的修正，以便使它有助于基本問題的解决。

在外力作用影响下造成的各种地形，其形成地点都是位在地球的三种地理圈的接触处，或地球的三个同心圈（A. E. 費爾斯曼）的接触处——水圈和岩石圈以及大气圈和岩石圈的接触处。这三圈的相互作用，造成地面各种基本的小形态：海蝕形态、侵蝕形态和剝蝕形态（岩石圈-水圈系統）。

在岩石圈和大气圈的作用下，地壳物質發生移动，它的方向視重力而定。重力使岩石圈物質向地心移动。重力对外力作用的这种作用，表現在地形的夷平和平面的形成。習慣上我們称这种平面为平原。这些平面合在一起就形成曲折起伏的面。这种平面現在我們知道有四种，对它們的了解程度，并不相同。这些平面我称之为地貌水准面：海蝕-堆積水准面、剝蝕水准面、雪綫水准面、上部剝蝕水准面。也許命名这些平面为鋒面更为明晰，因為它們都是交界平面，即都是某一組外营力同內营力接触的平面。

每个地貌水准面的位置和形狀，随各該外力作用的特征而不同，各种外力的活动，都在一定範圍內發展，例如，与雪綫水准面相連的是發生在它上面的雪蝕作用与冰川的侵蝕和堆積作用。因此，每个地貌水准面虽受重力的影响，但仍有一定的高度（离地心的距离）。高度随各該作用的热力場（термо-динамическое поле）的界限而定。这就形成了同心球狀的地貌水准面的組合体。

地貌水准面有不規則的起伏，如果局部的忽略不計，所有的水准面都是垂直于力的方向的，这些力从兩個改造着地球地形的主要能源發出，即太陽能（宇宙能）和地球內能。这些水准面作同心球狀，圍繞着地球橢球体的表面。

对每个地貌水准面，我們首先要注意下述兩点：

（1）依附于地貌水准面的各种作用所造成的地形特征（海岸台地的縱断面，河流的縱断面等等）；

（2）它們的总的改造能力：例如，海蝕是否能造成平坦的海濱台地——海蝕-堆積水准面的要素。通过这些作用的研究，我們能确定每个地貌水准面的特征。这样，我們便能獲得各个地貌水准面如何分布的概念（在地壳处于靜止的条件下）。

這個問題解決以後，我們再研究古代地貌水准面的实际位置，从而找出它的形狀和高度的反常情况：上升的、下降的、变形的古代海蝕堆積面和冰磧物等等。这些变形是地球表面內力升降运动的影响的結果。

因而，从地貌水准面的起伏中可确定内外营力的相互作用。研究“充填”地貌水准面的小形态，使我們有可能領会外力作用所造成的各种基本地形类型。研究地貌水准面的变形是研究升降运动的幅度和标记的方法。

正如前述，地貌水准面的分类，是根据主要外力作用的性質而定的（海洋、流水的活动、雪蝕、風化作用）。这是戴維斯划分地理循环的原則。在我的研究方法中只有这一点是与他的方法类似的。他是把發生地貌过程（循环）的場所，看作是一个挨着另一个而分布的；而我是把它們看作是一个套在另一个之上的，是垂直排列的。如果我們想研究内外营力的相互作用，这种看法是完全必要的；它使我們能夠按照任务所要求的方向去組織实际材料。

地貌水准面的概念，可見本書第三篇，即最長的一篇。这一篇的目的在于确立研究内外营力的相互作用的一般方法。

可是，相互作用有一定的延續性，只有在那个时候才有顯著的地貌学上的效果。

因此，本書第四篇的內容，就是探討研究地形年齡和發展的方法。在这一篇中，著者不得不摒棄戴維斯的有客觀价值的“年齡”概念，而拟定地形絕對年齡和地形演变的研究方法，并探討几个有关地形年齡和地形演变問題的基本概念：承襲性、循环性、方向性、永恒性。

第五篇的內容，是探討地貌学理論同解决巨大國民經濟任务的关系。我想表明：苏联地貌学派的理論，和欧美地貌学派的有原則性的区别。我还想糾正一般認為地貌学只能有助于解决局部問題，而不能解决全盤問題的看法。然而，研究地貌学理論的重大問題时，必須和研究巨大的实际任务相联系，这对双方說來，都是重要的和必需的。并且我所指的不是一般泛泛已明之理，而是地貌学理論。

这就是本書的基本观念。过去习惯于水平地带式地研究現象的地理学者，可能要为我的作法（垂直地带式地划分現象）而感到驚奇。可是，这是必需的。为了解决地貌学的基本問題，为了研究内外营力相互作用后的地貌結果，必須这样做。为了达到这个目的，應該采取适当办法，把材料也了解是在空間的。

可是这种研究方向还只能很概略地完成地貌学的基本任务，即研究地球内外营力于地形發育中的相互作用的任务。

这些营力的特征具有地方性的地理差異、地区的特性。

所以，这种方法只能完成地貌学的前半部研究任务，后半部分應該是研究地貌水准面的地方性地理特征及其过程。

在正文中，我尽力指出了苏联地貌学理論的卓越成就。

書末附有每一篇的参考文献的索引。讀了这个索引后，讀者能發現其中有許多作者是苏联人，并能对苏联学者在建立地貌科学理論方面的巨大而实际的作用，獲得一个概念。我們对他們的作用，往往是估計不足的。

1944年12月，我曾做过兩次关于地貌学的一般問題的報告。一次在苏联科学院地理研究所，討論苏联地貌学的目前情况。另一次在地震研究所，討論用地貌学方法来研究地壳运动。

第一个报告要求对地貌学的目前任务，有一个明晰的概念。要獲得那个概念，在当时只有兩個办法：要就套用現成的欧美地貌学文章，要就批判地与独立地重新考慮这个問題。后者所需要的研究時間大大地超过了为我所預定的报告准备時間。因此，我所报告的只限于对欧美地貌学狀況的評介，后来用文章体裁在1946年的“苏联地理学会会报”上发表，并構成了本書前言一篇的第二部分的内容。第二个报告（尚未付印）也要求討論地貌学的基本問題，即内外营力的相互关系問題。在这个报告中，我曾扼要地談过地貌水准面的概念。

为了更慎密地探討地貌学的基本問題，我作了兩年的研究，研究的成果構成了本書的内容。

## 参 考 文 献

### 第 一 篇 的 俄 文 文 献

- Берг Л. С. Очерки по истории русских географических открытий, М.—Л., 1946.
- Бондарчук В. Г. Теория тектоорогенции, Природа, № 4, 1944.
- Бубнов С. Основные проблемы геологии, перев. с нем., Л.—М., 1934.
- Варсанофьева В. А. Происхождение и строение Земли, М.—Л., Гостеолиздат, 1945.
- Вернадский В. И. О ноосфере, Успехи биологии, вып. 2, 1944.
- Григорьев А. А. В поисках закономерностей морфологической структуры земного шара, Проблемы физической географии, вып. 2, Л., 1935.
- Дарвин Ч. О поднятии восточного берега Южной Америки. Соч., т. II, 1936.
- Докучаев В. В. Способы образования речных долин Европейской России, Труды СПб., о-ва естествоиспытателей, т. 9, 1878.
- Докучаев В. В. К вопросу о соотношениях между возрастом и высотой местности, с одной стороны, характером и распределением чернозёмов, лесных земель и солонцов — с другой. Вестн. естеств., № 1, 2, 3, 1891 г.
- Докучаев В. В. Русский чернозем, изд. 1936 г.
- Кропоткин П. А. Отчет об Олекминско-Витимской экспедиции с картой и профилями, Записки Русск. Геогр. о-ва по общей географии, т. 3, 1873.
- Кропоткин П. А. Исследования о ледниковом периоде, вып. I с альбомом карт и чертежей, Записки Русск. Геогр. о-ва по общей географии, т. 7, 1876.
- Ласкарев В. Д. О геоморфологическом разделении площади Европейской России, Геол. вестник, т. 2, 1916.
- Ляйель Чарльз. Основные начала геологии, М., 1866.
- Мазарович А. Н. География и структура, Ученые записки МГУ, География, 1936.
- Марков К. К. С. Н. Никитин (1851—1909), М., 1946 (печ.).
- Мушкетов И. В. Краткий отчет о геологическом путешествии по Туркестану в 1875 году. Записки СПб. минералогического о-ва, 2-я серия, ч. 12, 1877.
- Мушкетов И. В. Туркестан, СПб., 1886.
- Мушкетов И. В. Физическая геология, изд. 2-е, СПб., 1905.
- Никитин С. Н. Предложение С. Н. Никитина об образовании при Русском Географическом обществе Гипсометрической комиссии. Изв. Русск. Геогр. о-ва, т. 34, вып. 6, 1903.
- Панов Д. Г. Космические влияния в жизни Земли, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 78, вып. 1, 1946.



- Салищев К. А. Основы картоведения. Историческая часть. М., 1943.
- Семенов-Тянь-Шанский П. П. История полувековой деятельности Русского Географического общества 1845—1895 гг., при содействии А. А. Достоевского, тт. 1—3, СПб., 1896.
- Семенов-Тянь-Шанский П. П. Мемуары, т. 2, Путешествие в Тянь-шань, М., 1946.
- Соколов Н. Н. Петр Александрович Кропоткин как географ (рукопись). 1945.
- Эдельштейн Я. С. Основы геоморфологии, М., 1938.
- Чернобаев И. Г. Деятельность геологических учреждений за рубежом, Сов. геология, № 1, 1939.
- Щукин И. С. Общая морфология суши, тт. 1—2, М.—Л., 1933—1938.

## 第二篇的俄文文献

- Андреев Б. А. О геологическом значении гравитационной карты Карелии, Финляндии и Ленинградской области. Материалы. Центр. н.-и. Геол.-разв. ин-та. Геофизика, сб. 7, 1938.
- Арган Э. Тектоника Азии, перев. с франц., М.—Л., 1935.
- Архангельский А. Д. Значение гравиметрии в геологии и проблема изучения Западно-Сибирской низменности. Л., АН СССР, 1932 (Труды Июньской сессии, посвящ. проблемам Урало-Кузнецкого комбината).
- Архангельский А. Д. Геология и гравиметрия, М.—Л., 1933 (Труды н.-и. Ин-та геол. и минер., вып. 1).
- Архангельский А. Д. Геологическое строение и геологическая история СССР, М.—Л., 1941.
- Белоусов В. В. Миграция радиоэлементов и развитие структуры Земли, Изв. Акад. наук СССР, серия геогр. и геофиз., № 6, 1942.
- Берг Л. С. Подводные долины, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 78, вып. 3, 1946.
- Боголепов М. Происхождение лика Земли, Журн. геофизики и метеорологии, т. 2, вып. 1—2, 1925.
- Бончковский В. Ф. Толщина земной коры, Природа, № 6, 1945.
- Боук Вильям. Изостазия, перев. с англ., М.—Л., 1936.
- Бубнов С. Основные проблемы геологии, перев. с нем., Л.—М., 1934.
- Вегенер А. Возникновение материков и океанов, перев. с нем. 3-го изд., М.—Л., 1925 (Современные проблемы естествознания, кн. 24).
- Варсановьева В. А. Алексей Петрович Павлов и его роль в развитии геологии, изд. 2-е, М., 1947.
- Вернадский В. И. О геологических оболочках Земли как планеты, Изв. Акад. наук СССР, серия геогр. и геофиз., № 6, 1942.
- Вернадский В. И. Очерки геохимии, изд. 2-е, М.—Л., 1934.
- Вернадский В. И. О значении радиогеологии для современной геологии. В кн. Труды 17-й сессии Международного геологического конгресса 1937 г., т. 1, М., 1939.
- Виллис Бейли. Проблема Мертвого моря. (Рифтовая или рамповая долина), перев. с англ., М.—Л., 1934 (Новые идеи в геологии).
- Геоморфологическое районирование СССР, под ред. акад. А. А. Григорьева и К. К. Маркова, М.—Л., Изд. АН СССР, 1947, с картой (Естеств.-историч. районирование СССР, т. 2, вып. 1).
- Герасимов А. П. Кавказская складчатость и вулканизм, Природа, № 3—5, 1922.
- Герасимов И. П. Структурные и скульптурные особенности рельефа Казахстана, в кн.: Вопросы географии, сб. 1, М., 1946.
- Гольдшмидт В. Геохимическое распределение и состав элементов в космосе, в кн.: Основные идеи геохимии, вып. 1, М.—Л., 1933.

Горшков П. М. Фигура Земли, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 67, вып. 2, 1935.

Горшков П. М. Гравиметрия и фигура Земли, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 78, вып. 3, 1946.

Григорьев А. А. В поисках закономерностей морфологической структуры земного шара, Проблемы физич. географии, т. 2, 1935.

Дискуссия по поводу гипотезы Вегенера. Zeitschr. Ges. Erdkunde zu Berlin, Н. 3—4, 1921.

Докучаев В. В. Способы образования речных долин Европейской России, Труды СПб. о-ва естествоиспытателей, т. 9, 1878.

Дэли Р. О. Изверженные породы и глубины Земли, Л.—М., 1936.

Калецкая М. С., Матвеев С. Н. и Авсюк Г. А. Горы юго-восточного Казахстана, Алма-Ата, 1945.

Карпинский А. П. О правильности в очертаниях, распределении и строении континентов, Горный журнал, т. 1, 1888, То же. Собр. соч., т. 2, М.—Л., 1939.

Карпинский А. П. Общий характер колебаний земной коры в пределах Европейской России, Изв. Акад. наук СССР, № 1, 1894. То же, Собр. соч., т. 2, М.—Л., 1939.

Красовский Ф. Н. Современные задачи и развитие градусных измерений, Изв. Акад. наук СССР, серия геогр. и геофиз., № 3, 1941.

Линдберг Г. У. Геоморфология дна окраинных морей Восточной Азии и распространение пресноводных рыб, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 78, вып. 3, 1946.

Личков Б. Л. О современной геологической эпохе, Изв. Акад. наук СССР, серия геол., № 3, 1941.

Личков Б. Л. О горных денудационных поверхностях и их происхождении, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 77, вып. 4, 1945.

Личков Б. Л. Карпинский и современность, М.—Л., 1946.

Ломоносов М. В. Первые основания металлургии или рудных дел. Прибавление второе. О слоях земных, 1763 г., Изд. АН СССР, т. VII, 1934.

Марков К. К. В. М. Девис и В. Пенк. Дискуссия у американских географов, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 77, вып. 3, 1945.

Марков К. К. (К. М.). Обсуждение в американской печати проблемы горизонтального движения (дрифта) материков, в кн.: Вопросы географии, сб. 1, М., 1946.

Марков К. К. О горных денудационных поверхностях и их происхождении, в кн.: Вопросы географии, сб. 3, М., 1947.

Мартоня Э. Основы физической географии, т. 3, Биogeография, М., Учпедгиз, 1940.

Михайлов А. А. Курс гравиметрии и теории фигуры Земли, Изд. 2-е М., 1939.

Обручев В. А. Пульсационная гипотеза геотектоники, Изв. Акад. наук СССР, серия геол., № 1, 1940.

Обручев В. А. Страницы из моей жизни, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 78, вып. 3, 1946.

Орлов А. Я. Движение земного полюса по наблюдениям широты в Пулкове, Гриниче, Вашингтоне и на 3-х международных станциях с 1915. 8 по 1928. 0. Бюлл. Гос. астр. ин-та им. Штернберга, № 7, 1941.

Павлов А. П. О рельефе равнин и его изменениях под влиянием работы подземных и поверхностных вод, Землеведение, 1898, кн. 3—4.

Павлов А. П. Некоторые данные по тектонике притиманской части Печорского края, Ежегодник геол. и минер. России, т. 11, вып. 1—3, 1909.

Павловский Е. В. Вспадина оз. Байкал, Природа, № 3, 1941.

Парийский П. П. Изменение длины суток и деформация Земли, Астрономич. журн., т. 22, вып. 2, 1945.

Пейве А. В. Глубинные разломы в геосинклинальных областях, Изв. Акад. наук СССР, серия геол., № 5, 1945.

Панов Д. Г. Геоморфология моря, ее задачи и проблемы, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 75, вып. 5, 1943.

Тетяев М. М. Основы геотектоники, Л.—М., 1934.

Усов М. А. Структурная геология, М.—Л., 1940.

Шатский Н. С. Очерки тектоники Волго-Уральской нефтеносной области и смежной части западного склона Южного Урала, М., 1945. Материалы к познанию геологического строения СССР, новая серия, вып. 2 (6).

Шатский Н. С. Гипотеза Вегенера и геосинклинали, Изв. Акад. наук СССР, серия геол., № 4, 1946.

Штауб Р. Механизм движений земной коры в приложениях к строению земных горных систем, перев. с нем., Л.—М., 1938.

Шульц С. С. О новейшей тектонике Тянь-шаня, в кн.: Труды 17-й сессии Международного геологического конгресса 1937 г., т. 2, М., 1939.

Шербакова Е. М. Геоморфология долины р. Чулышман—Телецкое озеро—р. Бия (рукопись), 1946.

Энгельс Ф. Диалектика природы, изд. 3-е, М.—Л., 1930.

### 第三篇的俄文文献

Акулов К. А. и Великанов М. А. Краткое изложение теории движения речного потока и методы выправления рек, М., 1928.

Аполлов Б. А. и Самойлов И. В. Исследование уровней Каспийского моря, в кн.: Вопросы географии, сб. 1, М., 1946.

Белоусов В. В. Фаций и мощности осадочных толщ европейской части СССР, Труды Ин-та геол. наук, вып. 76, геол. серия, № 23, 1944.

Берг Л. С. Основы климатологии, изд. 2-е, Л., 1938.

Богданович К. И. Заметка о восточной окраине Памира и долине Тоюна. (Письмо И. В. Мушкетову.) Изв. Русск. Геогр. о-ва, т. 25, вып. 5, 1889.

Брегман Г. Р. Геодезические высоты в связи с проблемой уровня Каспия, Метеорол. и гидрол., 1947, Информ. сб. № 1.

Вадиа Д. Н. Тектоника Северной Индии, в кн.: Труды 17-й сессии Международного геологического конгресса 1937 г., т. 2, М., 1939.

Варсановьева В. А. Геоморфологические наблюдения на Северном Урале, Изв. Гос. Геогр. о-ва, т. 64, вып. 2, 1932.

Вегенер А. Возникновение материков и океанов, перев. с нем. 3-го изд., М.—Л., 1925 (Современные проблемы естествознания, кн. 24).

Великанов М. А. Гидрология суши, изд. 3-е, М.—Л., 1937.

Великанов М. А. К постановке проблемы русловых процессов, Метеорол. и гидрол., 1946, Информ. сборник, № 3.

Великанов М. А. Русловые процессы в освещении классиков гидрологии, в кн.: Проблемы геоморфологии. Труды Ин-та географии АН СССР (в печати).

Верещагин Г. Ю. Положительные и отрицательные движения береговой линии на оз. Сегозере, Труды Олонецкой научной экспедиции, ч. 3, Геология, вып. 1, 1926.

Вернадский В. И. Очерки геохимии, Изд. 2-е, М.—Л., 1934.

Вернадский В. И. История минералов земной коры, т. 2. История природных вод, ч. 1, вып. 1, 2, 3, Л., 1933—1936.

Виллис Бейли. Проблема Мертвого моря. (Рифтовая или рамповая долина), перев. с англ., М.—Л., 1934 (Новые идеи в геологии).

Волын А. В. Твердый сток и скорость эрозии, Изв. Акад. наук СССР, серия геогр. и геофиз., № 5, 1946.

Геоморфологическое районирование СССР, под ред. акад. А. А. Грин-

горьева и К. К. Маркова, М.—Л., Изд. АН СССР, 1947, с картой (Естеств.-истор. районирование СССР, т. 2, вып. 1).

Герасимов И. П. Каспийское море в четвертичный период, в кн.: Труды 2-й международной конференции Ассоциации по изучению четвертичного периода Европы, вып. 3, Л.—М., 1933.

Герасимов И. П. и Марков К. К. Ледниковый период на территории СССР, Труды Ин-та географии АН СССР, т. 33, 1939.

Горецкий Г. И. Из наблюдений над молодыми террасами среднего течения реки Чусовой, в кн.: Проблемы геоморфологии, Труды Ин-та географии АН СССР (в печати).

Гуссак В. Б. Изучение процессов смыва и эрозии в лотке. Почвоведение, № 1, 1946.

Дементьев В. А. Материалы по методике комплексного геоморфологического изучения речных террас, Изв. Гос. Геогр. о-ва, т. 70, вып. 4—5, 1938.

Дубянский А. и Скоркин А. Геология и подземные воды северной части Воронежской области, вып. 1—3, Воронеж, 1939.

Зайков Б. Д. Водный баланс Каспийского моря в связи с причинами понижения его уровня, Л., 1946 (Труды н.-и. учрежд. Гидрометслужбы, серия IV, вып. 38).

Зенкович В. П. Типы и генезис рельефа дна морей европейской части СССР, Изв. Акад. наук СССР, серия геогр. и геофиз., № 4, 1938.

Зенкович В. П. К вопросу о выработке рельефа подводной береговой платформы, Изв. Акад. наук СССР, серия геогр. и геофиз., № 2, 1940.

Зенкович В. П. Динамика и морфология морских берегов, ч. I. Волновые процессы, М., 1946.

Калецкая М. С., Матвеев С. Н. и Авсюк Г. А. Горы юго-восточного Казахстана, Алма-Ата, 1945.

Карбасников М. Н. О высоте береговой линии межледникового моря и бассейне р. Сев. Двины, в кн.: Труды Советской секции АИЧПЕ, вып. 3, Л.—М., 1937.

Карпинский А. П. Общий характер колебаний земной коры в пределах Европейской России, в его кн.: Очерки геологического прошлого Европейской России, М.—Пг., 1919 (впервые напечатано в 1894 г.).

Коненков Д. М. Четвертичные и неогеновые отложения в связи с историей формирования долины р. Дона, Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы, Отд. геологии, т. 21 (2), 1946.

Кузнецов С. С. Попытка геоморфологического расчленения Закавказья, Изв. Гос. Геогр. о-ва, № 3, т. 70, вып. 3, 1938.

Лахтин В. О механизме речного русла, Казань, 1895.

Личков Б. Л. Геосинклинали и великие наземные аллювиальные равнины, Изв. Акад. наук СССР, Отдел мат. и ест. наук, № 7, 1932.

Личков Б. Л. Об эпигергенных движениях на Русской равнине, Труды Геоморфологич. ин-та, вып. 10, 1934.

Личков Б. Л. О горных денудационных поверхностях и их происхождении, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 77, вып. 4, 1945.

Мазарович А. Н. О ритме в истории Земли, Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы, Отд. геологии, т. 18 (4—6), 1940.

Макавеев П. И. и Советов В. С. Трассирование землечерпательных прорезей на перекатах равнинных рек Европейской части СССР, Труды Центр. н.-и. Ин-та речного флота, вып. 3, 1940.

Макеев П. С. К вопросу об образовании речных аккумулятивных террас, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 73, вып. 2, 1941.

Марков К. К. Развитие рельефа северо-западной части Ленинградской области, Труды Главн. геол.-разв. упр., вып. 117, 1931.

Марков К. К. Геоморфологический очерк Памира, Труды Ин-та географии АН СССР, вып. 17, 1937.

Марков К. К. Эрозия ледников и рельеф гор, Проблемы физич. географии, т. 10, 1941.

Марков К. К. Древняя снеговая граница как показатель новейшего поднятия гор, Проблемы физич. географии, т. 11, 1942.

Марков К. К. О горных денудационных поверхностях и их происхождении, Вопросы географии, сб. 3, М., 1946.

Марков К. К. Развитие основных геоморфологических представлений за последние 25 лет, Труды Комиссии по изуч. четвертичного периода АН СССР (в печати).

Марков К. К. О происхождении морен в горах, Ученые записки МГУ, вып. 119, География, 1947.

Никитин С. Н. Общая геологическая карта России, лист 57-й, Труды Геол. комитета, т. V, № 1, 1890.

Николаев Н. И. и Поляков Б. В. Эпейрогенические движения в Северном Прикаспии и значение кривой русла рек для их установления, Проблемы сов. геологии, № 3, 1937.

Ог Э Геология, перев. с франц., изд. 7-е, М.—Л., 1938.

Петрокович Ю. А. К вопросу о распространении ергенинских песков, Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы, Отд. геологии, т. 13 (2), 1935.

Плютовский М. В. К изучению основных черт рельефа Нижнего Поволжья, Изв. Акад. наук СССР, серия геогр. и геофиз., № 2, 1945.

Поляков Б. В. Гидрология бассейна р. Дона. Ростов-на-Дону, 1930.

Православлев П. А. Кривая русла и современный базис эрозии р. Н. Волги, Труды Ленингр. о-ва испыт. природы, т. 51, вып. 4, 1926.

Танфильев Г. И. География России, Украины и примыкающих к ним с запада территорий в пределах России 1914 года, ч. 2, вып. 1, Рельеф Европейской России и Кавказа, Одесса, 1922.

Тиндаль Дж. Альпийские ледники, СПб., 1866.

Шульц С. С. О новейшей тектонике Тянь-шаня, в кн.: Труды 17-й сессии Международного геологического конгресса 1937 г., т. 2, М., 1939.

Шульц С. С. О складчатых деформациях четвертичных отложений в Тянь-шане, Изв. Гос. Географ. о-ва, т. 69, вып. 5, 1937.

Шумский П. А. Энергия оледенения и жизнь ледников, М., 1947.

Шумский П. А. Современное оледенение Советской Арктики (в печати).

Эдельштейн Я. С. К учению о циклах эрозии, Почвоведение, № 1—2, 1925.

Эпштейн С. В. Геологические исследования в Челябинско-Троицком районе восточного склона Урала, Труды Всес. геол.-разв. объедин., вып. 187, 1932.

#### 第四篇的俄文文献

Архангельский А. Д. Геологическое строение и геологическая история СССР, в кн.: Труды 17-й сессии Международного геологического конгресса 1937 г., т. 2, М., 1939.

Асаткин Б. П. (при уч. Л. А. Верейского). Древнейшие слои среднего девона Ленинградской области, Изв. Ленингр. геол.-гидро-геодез. треста, вып. 3, 1934.

Батурич В. П. Палеогеография по терригенным компонентам, Баку, 1937.

Борисяк А. А. Теория геосинклиналей, Изв. Геол. комитета, т. 43, № 1, 1924.

Борисяк А. А. Курс исторической геологии, изд. 4-е, Л.—М., 1935.

Бубнов С. Основные проблемы геологии, перев. с нем., Л. — М., 1934.

Бурачек А. Р. Геоморфология Южнотаджикской депрессии, в кн.: Труды Таджикской комплексной экспедиции 1932 г., вып. 4, Л., 1934.

Варданьянц Л. А. О четвертичной истории Кавказа, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 65, вып. 6, 1933.

Вернадский В. И. Очерки геохимии, Изд. 2-е, М. — Л., 1932. Геологическая карта Центральной и Южной части Средней Азии в масштабе 1:750 000, 1941.

Геология СССР, т. 12. Урал, ч. 1. Геологическое описание, М., 1944.

Гинзбург И. И. (с соавторами). Древняя кора выветривания на ультраосновных породах Урала, ч. 1, Типы и морфология древней коры выветривания, Труды Ин-та геол. наук, вып. 80, 1946.

Думитрашко Н. В. О древности рельефа юга Восточной Сибири, Изв. Акад. наук СССР, серия геогр. и геофиз., № 5, 1940.

Личков Б. Л. О ритме изменений земной поверхности в ходе геологического времени, Природа, № 4, 1941.

Личков Б. Л. О современной геологической эпохе, Изв. Акад. наук СССР, № 3, 1941.

Лунсгергаузен Л. Ф. Этапы развития Днепровско-Донецкой впадины, Доклады Акад. наук СССР, т. 22, № 6, 1939.

Мазарович А. Н. О ритме в истории Земли, Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы, Отд. геологии, т. 18 (5—6), 1940.

Марков К. К. Развитие рельефа северо-западной части Ленинградской области, Труды Всес. геол.-разв. объедин., вып. 117, 1931.

Мирчинк Г. Ф. Основные закономерности развития земного диска, Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы, Отд. геологии, т. 18 (3—4), 1940.

Наливкин Д. В. Об условиях образования древних немых толщ западного склона Южного Урала, Изв. Всес. геол.-разв. объедин., т. 50, вып. 70, 1931.

Неуструев С. С. Почвы и циклы эрозии, Геогр. вестник, т. 1, вып. 2—3, 1922.

Никитин С. Н. (совместно с Н. Ф. Погребовым). Бассейн Оки. Исследования Гидрогеологического отдела за 1894—1898 гг., вып. 2. СПб., 1904 (Труды Экспедиции по исследованию источников главнейших рек Европейской России).

Николаев Н. И. О четвертичных тектонических движениях в возрасте рельефа Центрального Кавказа и Предкавказья, Доклады Акад. наук СССР, т. 30, № 1, 1941.

Обручев В. А. Юные движения на древнем темени Азии, Природа, № 8—9, 1922.

Павловский Е. В. Впадина оз. Байкал, Изв. Акад. наук СССР, № 2, 1937. См. также Природа, № 3, 1941.

Пейве А. В. О «законе» инверсии в геологии Кавказа, Сов. геол., № 4, 1941.

Пермяков Е. Н. К познанию геологической истории района Жегулевского купола, Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы, Отд. геологии, т. 13 (4), 1935.

Полынов Б. Б. Кора выветривания, т. 1, Л., Изд. АН СССР, 1934.

Пустовалов Л. В. Условия осадкообразования в верхнепермскую эпоху, Проблемы сов. геол., № 11, 1937.

Пустовалов Л. В. Петрография осадочных пород ч. 1, глава VII, М. — Л., 1940.

Соболев Д. Н. К тектонике Днепровско-Донецкой мульды, Сов. геол., № 1, 1941.

Соколов Н. И. К вопросу о тектонике Самарской луки, Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы, Отд. геологии, т. 15 (3), 1937.

Страхов Н. М. Геологические условия возникновения гиперогенных железных руд внутри климатически благоприятных для них зон, Сов. геол., № 1, 1941.

Тихонович Н. Н. Структурные черты Тимано-Уральской нефтеносной провинции, Сов. геол., № 1, 1941.

Хабаков А. В. Доюрский рельеф и древняя кора выветривания в южной части Южного Урала, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 67, вып. 2,

Шатский Н. С. О неокатастрофизме, Проблемы сов. геол., № 7, 1937.

Шокальская З. Ю. Почвенная карта Африки, 1943.

Шукина Е. Н. К истории развития современного рельефа верхнего плеса долины р. Иртыша, в кн.: Материалы по геологии Рудного Алтая, М.—Л., Изд. АН СССР, 1940.

Эдельштейн Я. С. К вопросу о «древнем темени Азии», в кн.: Труды юбилейной сессии Ленинградского университета, Л., 1946.

### Пятая глава. Литература

Башарович Л. Д., Бунина М. В., Тужиков В. А. Булатское месторождение каменного угля в мезозое на Урале, Изв. Акад. наук СССР, серия геол., № 4—5, 1945.

Бетехтин А. Г. О генетических типах марганцевых месторождений, Изв. Акад. наук СССР, серия геол., № 4, 1944.

Билибин Ю. А. Основы геологии россыпей, Л.—М., 1938.

Брод И. О. Об условиях залегания нефти и газа в известковых поднятиях, Вестн. Моск. ун-ва, № 1, 1946.

Воларович Г. П. Перспективы расширения золотоносных районов Союза ССР, Изв. Акад. наук СССР, серия геол., № 2, 1944.

Волин А. В. Твердый сток и скорость эрозии, Изв. Акад. наук СССР, серия геогр. и геофиз., № 5, 1946.

Волков А. П. Условия залегания и генезис тихвинских бокситов, в кн.: Труды Конференции по генезису руд железа, марганца и алюминия, М.—Л., 1937.

Геоморфологическое районирование СССР, под ред. акад. А. А. Григорьева и К. К. Маркова, М.—Л., Изд. АН СССР, 1947. с картой (Естеств.-истор. районирование СССР, т. 2, вып. 1).

Горецкий Г. И. Неогеновые и четвертичные отложения района Средней Камы между устьем Вишеры и городом Боровском (рукопись), 1945.

Горецкий Г. И. Из наблюдения над молодыми террасами среднего течения реки Чусовой, в кн.: Проблемы геоморфологии, Труды Ин-та географии АН СССР (в печати).

Горский И. И. Геотектонические условия формирования угольных месторождений Урала и связанные с ними особенности геологического строения месторождений, Изв. Акад. наук СССР, серия геол., № 4—5, 1943.

Губкин И. М. Учение о нефти, М., 1932.

Губкина Т. Н. Мелкомасштабное гипсометрическое картографирование СССР, в кн.: XX лет советской геодезии и картографии, 1919—1939 гг. Сбор статей, т. 2, М., 1939.

Гуссак В. Б. Изучение процессов смыва и эрозии в лотке, Почвоведение, № 1, 1945.

Закон о пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946—1950 гг., М., 1946.

Козменко А. С. Предварительный отчет об опеночно-гидрологических исследованиях Тульской губернии, произведенных в 1911 году, Тула, 1912.



Кротов В. П. (с соавторами). Железные месторождения алапаевского типа на восточном склоне Среднего Урала и их генезис, Труды СОПС АН СССР, серия уральская, вып. 4, 1936.

Кротов В. П. Закономерности распределения на Урале комплексных месторождений железных, никелевых и кобальтовых руд категории выветривания, Изв. Акад. наук СССР, серия геол. № 2, 1945.

Личков Б. Л. Реки и генезис каустобиолитов, Труды Геоморфологич. ин-та АН СССР, вып. 13, 1934.

Николаев Н. И. Опыт построения классификаций физико-геологических процессов и явлений, имеющих инженерное значение, в кн. Вопросы географии, сб. 4, М., 1947.

Панков А. М. Нормальная денудация и эрозия почв, в кн.: Эрозия почв, М.—Л., Изд. АН СССР, 1937.

Поляков Б. В. Определение величины стока наносов в целях установления срока залегания водохранилищ, Записки Гос. гидрол. ин-та т. 10, 1933.

Пустовалов Л. В. Петрография осадочных пород, т. 1, М.—Л., 1940.

Ренгартен В. П. Марганцевоносные палеогеновые отложения Северного Урала, Изв. Акад. наук СССР, серия геол., № 4, 1944.

Рихтер Г. Д. Геоморфологическая карта европейской части СССР м. 1:2500000, в кн.: XX лет советской геодезии и картографии. 1919—1939 гг. Сбор. статей, т. 2, М., 1939.

Саваренский Ф. П. Влияние Куйбышевского строительства на направление геологических процессов в районе водохранилища, Вестн. Акад. наук СССР, № 8—9, 1940.

Соболев С. С. Карта глубины эрозии УССР и некоторые вытекающие отсюда вопросы, Проблемы сов. почвоведения, сб. 1, 1936.

Соболев С. С. Опыт почвенно-эрозийного районирования Европейской равнины Союза ССР, Проблемы сов. почвоведения, сб. 11, 1940.

Страхов Н. М. Геологические условия возникновения гипергенных железных руд внутри климатически благоприятных для них зон, Сов. геол., № 1, 1941.

Труды Конференции по генезису руд железа, марганца и алюминия, М.—Л., Изд. АН СССР, 1937.

Ферсман А. Е. Перспективы распространения полезных ископаемых на территории Союза, 1932.

Ферсман А. Е. Геохимия, т. 2, Л., 1934.

Филиппов Ю. В. Основы генерализации рельефа на топографических картах, Труды Центр. н.-и. Ин-та геодезии, аэросъемки и картографии, вып. 47, 1946.

Флеров Н. К. и Усова А. А. Руководство по эксплуатации геологич. россыпей, М., 1941.

Яншин А. Л. Условия залегания и генезис бокситов Южного Урала, Казахстана и Восточной Сибири, в кн.: Труды Конференции по генезису руд железа, марганца и алюминия, М.—Л., Изд. АН СССР, 1937.

## 第六篇的俄文文献

Берг Л. С. Значение трудов В. И. Вернадского для географии, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 77, вып. 1—2, 1945.

Бондаренко Б. Вильям Моррис Девис. Землеведение, т. 36, вып. 1—4, 1934.

Марков К. К., В. М. Девис и В. Пенк. Дискуссия у американских географов, Изв. Всес. Геогр. о-ва, т. 77, вып. 3, 1945.

Марков К. К. Геоморфологические методы изучения вертикальных движений земной коры, в кн.: Труды Сейсмологической конференции АН СССР (в печати).

## 第一篇的外文文献

- Baulig H. La notion de profil d'équilibre: histoire et critique  
в кн.: Congrès International de Géographie, Le Caire, 1925, Compte Rendu,  
t. 3, Le Caire, 1926.
- Berthaut H. Topologie. Étude du terrain, t. 1—2, Service géographique  
de l'armée, Paris, 1909—1910.
- Davis W. M. Die erklärende Beschreibung der Landformen, 2-te  
Aufl., Leipzig—Berlin, 1924.
- Engeln O. D. Geomorphology, systematic and regional, New  
York, 1942.
- Gilbert G. K. Report on the geology of the Henry Mountains,  
Washington, 1877.
- Gilbert G. K. Lake Bonneville. United States Geological Survey,  
Monographs, 1, Washington, 1890.
- Hinds N. S. Geomorphology. The evolution of landscape, New York,  
1943.
- De launay J. La science géologique. Ses méthodes, ses résultats,  
ses problèmes, son histoire, Paris, 1913.
- Maul O. Geomorphologie, Leipzig u. Wien, 1938.
- De la Noë et de Margerie E. Les Formes du terrain,  
Service géographique de l'armée, Paris, 1888.
- Penck A. Die Morphologie der Erdoberfläche, Bd. 1—2, Berlin, 1894.
- Powell J. W. Exploration on the Colorado River of the West and  
its tributaries, Washington, 1875.
- Powell J. W. Eighth Annual Report of the U. S. Geological Survey,  
Part 1, Washington, 1889.

## 第二篇的外文文献

- Bucher W. H. Versuch einer Analyse der grossen Bewegungen der  
Erdkruste, Geol. Rundsch u, Bd. 30, H. 3—4, 1939.
- Cloos H. Hebung—Spaltung—Vulkanismus. Elemente einer geo-  
metrischen Analyse irdischer Grossformen, Geol. Rundschau, Bd. 30, Zwi-  
schenheft 4-a, 1939.
- Davis W. M. The bearing of Physiography upon Suess Theories,  
Amer. Journ. Sci., vol. 19, № 112, 1905.
- Davis W. M. A journey across Turkestan, в кн.: Explorations in  
Turkestan, Washington, 1905.
- Engeln O. D. Geomorphology, systematic and regional, New York,  
1942.
- Gilbert G. K. Report on the geology of the Henry Mountains, Was-  
hington, 1877.
- Gilbert G. K. Lake Bonneville. United States Geological Survey  
Monographs, 1, Washington, 1890.
- Faermann E. Die Oszillationstheorie. Eine Erklärung der Kru-  
stenbewegungen von Erde und Mond, Stuttgart, 1930.
- Heim A. Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung,  
Basel, 1878.
- Kossina E. Die Erdoberfläche, в кн.: Handbuch d. Geophysik  
herausg. v. B. Gutenberg, Bd. 2, Berlin, 1933.
- Kober L. Tektonische Geologie, Berlin, 1942.
- Kossmat F. Paläogeographie und Tektonik, 1937.
- Machatschek F. Das Relief der Erde, Bd. 1, Berlin, 1937.
- Milankovitch M. Der Mechanismus der Polverlegungen und  
die daraus sich ergebenden Polschwankungen, Gerlands Beiträge zur Geo-  
physik, Bd. 42, H. 1, 1934.
- Pavlov A. P. Essai de reconnaître l'ère préarchéenne dans l'histoire

de la terre et son influence sur l'évolution intérieure du géoïde, Bull. Soc. des Natur. de Moscou, t. 31, 1922.

Penck A. Die Morphologie der Erdoberfläche, Bd. 1—2, Berlin, 1894.

Penck W. Die morphologischen Analyse. Ein Kapitel der physikalischen Geologie, Stuttgart, 1924 (Geographische Abhandlungen, 2-te Reihe, H. 2).

Pickering. The Place of Origin of the Moon, Journ. Geology, vol. 15, 1907.

Schmittthener H. Die grossen Typen der Orographie, des Baues und der Bodengestaltung, Geogr. Zeitschr., Jg. 42, H. 2, 1936.

Suess E. Die Entstehung der Alpen, Wien, 1875.

Suess E. Das Antlitz der Erde, Bd. 1, Prag u. Leipzig, 1885.

Wurm A. Grosformen der Landschaft. Geol. Jahresber., 1, 1938.

### 第三篇 的外文文献

Baschin O. Die Erosion und ihre untere Grenze, Petermanns Mitteilungen, Jg. 65, 1919.

Baulig H. La notion de profil d'équilibre: histoire et critique, в кн.: Congrès International de Géographie, Le Caire, 1925, Compte Rendu, t. 3, Le Caire, 1926.

Baulig H. The Changing sea level, London, 1935 (The Inst. of British Geographers, Publication № 3).

Chaput E. Les principales phases de l'évolution de la vallée de la Seine, Annales de Géographie, t. 36, № 200, 1927.

Clozier R. Les profiles en long des cours d'eau français, Annales de Géographie, t. 47, № 269, 1938.

Davis W. M. Baselevel, grade and peneplain, Journ. of Geology, vol. 10, № 1, 1927.

Davis W. M. The cycle of erosion and the Sumnit level of the Alps, Journ. of Geology, vol. 31, № 1, 1923.

Davis W. M. Die erklärende Beschreibung der Ländformen, 2-te Aufl., Leipzig—Berlin, 1924.

Dobrowolski A. B. Historia naturalna lodu, Warszawa, 1923.

Dubois G. Les methodes de recherches dans l'étude des anciennes lignes de rivages quaternaires, в кн.: Compte Rendu du Congrès International de Géographie, Paris, 1931, t. 2, Paris, 1933.

Heim A. Handbuch der Gletscherkunde, Stuttgart, 1885.

Heim A. Die Gipfelflur der Alpen. Neujahresblatt hrsg. von der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf das Jahr 1927. 129 Stück, Zürich, 1927.

Heim A. The Glaciation and solifluction of Minya Gönkar, Geogr. Journ., vol. 87, № 5, 1936.

Hernandez-Pacheco Ed. Le problème des terrasses pliocènes et pleistocènes en 1931, в кн.: Compte Rendus du Congrès International de Géographie, Paris, 1931, t. 2, Paris, 1933.

Hettner A. Die Oberflächenformen des Festlandes, 2-te Aufl., Leipzig u. Berlin, 1928.

Horton R. E. Erosional development of Streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology, Bull. Geol. Soc. of America, 1945, March. (см. реферат Д. Л. Арманд, Роберт Е. Хортон. Эрозионное развитие потоков и их водосборных бассейнов; гидрофизический подход к количественной морфологии, в кн.: Вопросы географии, сб. 4, М., 1947).

Johnson D. W. Shore processes and shoreline development, New York—London, 1919.

Johnson D. W. Plains, planes and peneplanes, The Geogr. Review, vol. 1, 1916.

Johnson D. W. The Correlation of ancient marine levels, в кн.: *Compte Rendu du Congrès International de Géographie*, Paris, 1931, t. 2, Paris, 1933.

Jovanovic P. S. Les profils fluviatiles en long. Leurs formes et leur genèse. Essai des methoeds mophogenique nouvelles, Paris, 1940.

Le Danois E. Les transgressions oceaniques *Revue d. Travaux d. de l'office des pêches maritimes*, 1934, t. 7, fasc. 4.

Levy F. Die Gippelflur der westlichen Ostalpen, *Petermann's Mitteilungen*, Jg. 67, 1921. April—Mai.

Lichtenecker W. Die gegenwärtige und die eiszeitliche Schneegrenze in den Ostalpen, в кн.: *Verhandlungen der III Internationalen Quartärkonferenz*, Wien, 1933.

Machatschek F. Gletscher und Eiszeitstudien im westlichen Tian-Schan, в кн.: *Verhandlungen des XVIII Deutschen Geographentages zu Innsbruck* 1912, Berlin, 1912.

Machatschek F. Neuere morphologische Untersuchungen in den Alpen, *Journ. Geomorphology*, vol. 2, № 1, 1939.

De Martonne Emm. Rapport sur les travaux de la Commission pour la Cartographie des surfaces d'aplanissement, в кн.: *Compte Rendu du Congrès International de Géographie*, Varsovie, 1934, t. 2, Varsovie, 1936.

Meunier A. Carte de la surface d'érosion éogène dans le sud-ouest du Massif Central de la France, в кн.: *Compte Rendu du Congrès International de Géographie*, Varsovie, 1934, t. 2, Varsovie, 1936.

Morawetz R. Reliefenergie und Vergletscherung in der Nanga Parbat Gruppe, *Zeitschr. f. Gletscherkunde*, Bd. 26, H. 3—4, 1939.

Penck A. Über die Denudation der Erdoberfläche, *Schriften d. Vereins zur Verbreitung naturwissensch. Kenntnisse*, Bd. 27, Wien, 1886—1887.

Penck A. Das Endziel der Erosion und Denudation, в кн.: *Verhandlungen des VIII Deutschen Geographentages zu Berlin*, 1889.

Penck A. Die Morphologie der Erdoberfläche, Bd. I, Berlin, 1894.

Penck A. Die Gippelflur der Alpen, *Sitzungsber. Preuss. Akad. Wissensch., Math.-phys. Klasse*, I, 1919.

Penck A. Das Antlitz der Alpen, *Die Naturwissenschaften*, Jg. 12, H. 47, 1924.

Penck A. Theorie der Bewegung der Strandlinie, *Sitzungsber. Preuss. Akad. Wissensch. math.-phys. Klasse*, XVIII—XX, 1934.

Penck A. Neue deutsche Hochgebirgsforschung, *Zeitschr. Ges. Erdkunde zu Berlin*, H. 7—8, 1936.

Penck W. Die morphologische Analyse. Ein Kapitel der physikalischen Geologie, Stuttgart, 1924 (*Geographische Abhandlungen*, 2-te Reihe, H. 2).

Philippson A. Ein Beitrag zur Erosiontheorie, *Petermann's Mitteilungen*, Jg. 32, 1886.

Powell J. W. Exploration of the Colorado River of the West and its tributaries, Washington, 1875.

Ramsay W. On relation between crustal movements and variations of sea-level during the late-quaternary time, especially in Fennoscandia *Bull. Commission Géologique de Finlande*, № 66, 1924.

V Richtshofen F. Führer für Forschungsreisende, Hannover, 1886.

Sauramo M. The mode of the land upheaval in Fennoscandia during late-quaternary time, *Bull. Commission Géologique de Finlande*, № 125, 1939.

Sederholm J. J. Ober die Bodenkonfiguration des Päijänne-Sees, *Bull. Commission Géologique de Finlande*, № 100, 1932.

Sharp R. C. Pleistocene glaciation in the Ruby-East Humboldt Range, Northeastern Nevada, *Journ. Geomorphology*, vol. 1, № 4, 1938.

Soergel W. Diluviale Flussverlegungen und Krustenbewegungen, *Fortschritte der Geologie und Paläontologie*, H. 5, 1923.

- Suess E. Das Antlitz der Erde, Bd. 2. Prag u. Leipzig, 1888.  
 Surell A. Etudes sur les torrents de Hautes Alpes, t. 1—2, Paris, 41. То же, изд. 2-е, Paris, 1872.  
 Thorarinsson S. Present glacier shrinkage and the eustatic changes of sea-level, Geografiska Annaler, Bd. 22, H. 3—4, 1940.

#### 第四篇的外文文献

- Davis W. M. The Geographical cycle, Geogr. Journ., vol. 14, № 5, 1899.  
 Davis W. M. Die erklärende Beschreibung der Landformen, 2-te Aufl., Leipzig—Berlin, 1924.  
 Penck A. Die Morphologie der Erdoberfläche, Bd. 1, Berlin, 1894.  
 Suess E. Das Antlitz der Erde, Bd. 1. Prag u. Leipzig, 1885.  
 Willis B. Principles of paleogeography, Science, vol. 18, 1910.

#### 第六篇的外文文献

- Davis W. M. Die erklärende Beschreibung der Landformen, 2-te Aufl., Leipzig—Berlin, 1924.  
 Davis W. M. Piedmont benchlands and Primärhum fe, Bull. Geol. Soc. of America, Vol. 43, June, 1932.  
 Penck W., Die morphologischen Analyse. Ein Kapitel der physikalischen Geologie, Stuttgart, 1924 (Geographische Abhandlungen, 2-te Reihe, H. 2).









中科院植物所图书馆



S0013622

BG 653 K.K. 马科天 著  
57.15  
地学基础 447  
447

57.15

447

書 号 BG 653

登記号

統一書号: 13038·138

定 价: 1.70 元